



# Assemblée générale

Distr.: Générale  
4 novembre 1998  
FRANÇAIS  
Original: Anglais

---

## COMITÉ DES UTILISATIONS PACIFIQUES DE L'ESPACE EXTRA-ATMOSPHERIQUE

### Rapport de la Deuxième Conférence internationale organisée par l'ONU: Retombées bénéfiques de la technologie spatiale - Enjeux et possibilités

(Tampa, Floride (États-Unis d'Amérique), 30 mars - 3 avril 1998)

#### Table des matières

	<i>Paragraphes</i>	<i>Page</i>
I. Introduction .....	1-7	2
A. Contexte et objectifs .....	1-4	2
B. Participants .....	5-7	2
II. Observations et recommandations .....	8-11	3
III. Exposés et discussions .....	12-58	5
A. Généralités .....	12-13	5
B. Retombées bénéfiques des technologies spatiales pour les pays en développement .....	14-26	5
C. Recherche et développement .....	27-39	8
D. Expérience de l'industrie dans les pays en développement .....	40-52	10
E. Propriété intellectuelle .....	53	12
F. Mise en valeur des ressources humaines .....	54-57	13
G. Exposition .....	58	13

## I. Introduction

### A. Contexte et objectifs

1. L'Assemblée générale, dans sa résolution 43/56 datée du 6 décembre 1988, priait le Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique d'examiner, à sa trente-deuxième session, un nouveau point de l'ordre du jour intitulé "Retombées bénéfiques de la technologie spatiale: examen de la situation actuelle". À la suite de ses travaux, le Comité, à partir de 1992, a recommandé au Programme des Nations Unies pour les applications des techniques spatiales d'envisager de consacrer tous les ans au moins un de ses cours de formation, un de ses séminaires ou une de ses réunions d'experts à la promotion des retombées bénéfiques de la technologie spatiale. Organisée dans le cadre des activités menées en 1998 au titre du Programme, la Deuxième Conférence internationale de l'ONU: Retombées bénéfiques de la technologie spatiale - enjeux et possibilités, répondait à cette requête.

2. L'Assemblée générale, dans sa résolution 52/56 en date du 10 décembre 1997, avait approuvé les activités du Programme pour les applications des techniques spatiales en 1998, notamment l'organisation de la Conférence précitée.

3. Les principaux objectifs de la Conférence étaient: a) de sensibiliser les industriels et entreprises privées des pays en développement aux multiples façons dont leurs sociétés et pays pourraient directement et indirectement tirer parti des différentes techniques d'exploration et d'utilisation de l'espace qui avaient été mises au point ou étaient en phase de l'être; b) de rassembler les données d'expérience des pays développés et en développement dans le domaine de l'application des retombées bénéfiques de la technologie spatiale; c) de définir une approche commune de la coopération entre les partenaires industriels intéressés dans les pays tant industrialisés qu'en développement; et d) d'examiner les activités conjointes de suivi qui pourraient être entreprises pour renforcer les capacités techniques des pays en développement afin de tirer parti des retombées bénéfiques de la technologie spatiale.

4. Le présent rapport, qui présente le contexte, les objectifs, les modalités d'organisation et les recommandations de la Conférence, a été établi à l'intention du Comité des utilisations pacifiques de

l'espace extra-atmosphérique. Les participants feront rapport aux autorités compétentes de leur pays.

### B. Participants

5. L'Organisation des Nations Unies souhaitait que cette Conférence rassemble des responsables d'organismes gouvernementaux et d'entreprises privées exécutant des programmes et projets exploitant ou susceptibles d'exploiter les retombées bénéfiques de la technologie spatiale. Les autres organisateurs de la réunion exigeaient également que toute entité ou établissement privé souhaitant participer à la Conférence y envoie tant son Directeur général que son directeur du service technique.

6. Les fonds alloués par l'Organisation des Nations Unies, le Consortium de laboratoires fédéraux des États-Unis d'Amérique, la Société internationale de photogrammétrie et télédétection et des organismes privés aux États-Unis, notamment Lockheed Martin Corporation and Spectrum Astro Inc., ont servi à financer les frais de voyage et de subsistance des directeurs techniques des organisations et sociétés sélectionnées parmi les pays en développement.

7. Les États Membres, services du Secrétariat de l'ONU, organisations gouvernementales et non gouvernementales et entités privées ci-après étaient représentés à la Conférence: Brésil, Bulgarie, Canada, Chili, Chine, Égypte, États-Unis d'Amérique, Éthiopie, Hongrie, Inde, Japon, Kenya, Nigéria, Roumanie, Thaïlande, Tunisie et Zambie; Bureau des affaires spatiales du Secrétariat; Centre canadien de télédétection, Consortium de laboratoires fédéraux (FLC), Département du commerce des États-Unis, Département de l'énergie des États-Unis et Agence nationale de l'aéronautique et de l'espace (NASA); Société internationale de photogrammétrie et télédétection; Farabow, Finnegan, Garrett & Dunner L.L.P., Henderson, HOBECO Ltd., Lockheed Martin Corporation, Mitsubishi Electric Corporation, Nippon Electric Company, OPTOMECH Engineers PVT, Ltd., ORBIMAGE, Resource 21, Space Imaging-Earth Observation Satellite Company (EOSAT), Space Vest, Spectrum Astro Inc. et Système pour l'observation de la Terre (SPOT)-Image. Les intervenants et présidents provenaient du Brésil, du Canada, du Chili, des États-Unis, de l'Inde, du Japon et du Bureau des affaires spatiales.

## II. Observations et recommandations

8. Tout au long de la Conférence, les participants ont eu la possibilité de prendre part à des débats sur les retombées bénéfiques. Au titre des thèmes spécifiques abordés lors de la Conférence, la discussion a porté sur les questions suivantes: la participation des partenaires commerciaux potentiels à l'élaboration d'un plan de travail commun, notamment les besoins et souhaits des partenaires; les nouvelles possibilités s'offrant à tous les participants, y compris les projets attirants pour les pays développés et susceptibles de présenter un intérêt notable pour les pays en développement et les mesures à prendre par les pays en développement pour améliorer leur situation, l'accent étant mis sur les enjeux et possibilités des programmes relatifs aux retombées bénéfiques. Les observations et recommandations ci-après ont été faites:

a) Le transfert réussi des technologies spatiales et de leurs retombées bénéfiques des organismes de recherche-développement à l'industrie exigeait des méthodes et infrastructures appropriées ainsi que des politiques et une aide gouvernementales clairement définies. Il fallait notamment mettre en place des structures organisationnelles spécialisées dans le transfert de technologie et la commercialisation au sein des organismes spatiaux nationaux ou des autres organismes gouvernementaux s'occupant de développement technologique; stimuler les mécanismes de commercialisation destinés à généraliser la diffusion des technologies et des retombées bénéfiques; introduire des mesures susceptibles d'encourager les innovateurs, les entrepreneurs et les investisseurs et établir des réseaux adéquats en matière d'éducation et de formation;

b) Il était indispensable d'élaborer un plan commercial solide susceptible d'attirer les investisseurs intéressés en mettant l'accent sur la valeur des produits et services à proposer au public. Pour créer un climat propice aux investissements, les possibilités d'investissement offertes pour l'élaboration et la réussite des projets relatifs aux transferts de technologie jouaient un rôle de premier plan. Pour encourager ces projets, on a souligné les points suivants: volonté politique et engagement des dirigeants nationaux vis-à-vis de l'introduction de nouvelles technologies et de la mise en place des infrastructures nécessaires; stabilité politique, sociale et économique susceptible de multiplier les possibilités d'investissements étrangers sur les nouveaux marchés et incitations fiscales visant à

encourager les investisseurs tant étrangers que locaux. Ces derniers permettaient de favoriser l'adaptation des technologies devant être importées de l'étranger pour répondre aux besoins locaux. Il a été suggéré que les gouvernements fournissent des subventions et un financement à des conditions libérales et compétitives pour promouvoir les possibilités de recherche-développement ainsi que les fonds et moyens nécessaires pour encourager et faciliter les transferts de technologie. Enfin, il était indispensable d'assurer une coordination efficace et étroite entre le gouvernement et l'industrie pour faire avancer les programmes de développement dans le domaine des retombées bénéfiques de la technologie spatiale et, de manière générale, pour parvenir à mettre en place des programmes de développement durable de base;

c) Le maillage favorisait les possibilités de développement technique par l'instauration de contacts avec les pouvoirs publics, l'industrie, les universités, les organisations financières et autres. Pour obtenir l'appui des pays développés, des liens devraient être établis avec le point de coordination local. Des contacts directs entre chefs d'entreprise encourageraient également les partenariats et les initiatives communes;

d) La coopération internationale a été considérée comme un moyen très utile pour promouvoir le développement et l'application des retombées bénéfiques de la technologie de pointe dans les pays en développement. Il fallait à cet égard tenir compte des politiques des pays en développement concernant la technologie spatiale ainsi que des priorités et politiques des organisations internationales qui aidaient les pays en développement à renforcer leurs capacités techniques;

e) Un autre élément important s'agissant d'instaurer une coopération internationale efficace était la création et le maintien de contacts avec les organisations susceptibles d'apporter leur aide dans le monde entier, notamment des institutions spatiales nationales et régionales telles que celles qui étaient représentées à la Conférence. Il faudrait encourager et saisir toute occasion d'entreprendre des initiatives communes. Il était également important que le secteur privé participe de façon concrète, autant que possible, à ces projets, pour en encourager la durabilité. En outre, les chefs d'entreprise devraient s'entretenir avec les représentants gouvernementaux pour leur faire part de leur intérêt et avoir recours à d'autres méthodes pour exprimer leurs vues, notamment en prenant

contact avec les chambres de commerce. Les informations recueillies à l'occasion de la Conférence devraient être communiquées par les participants aux organismes gouvernementaux intéressés, afin de faciliter l'action de suivi;

f) S'agissant de la mise en valeur des ressources humaines, les transferts de technologie des pays utilisant les techniques spatiales aux pays en développement pourraient être encouragés par le développement des possibilités de formation offertes aux scientifiques et ingénieurs de pays en développement. En outre, cela permettrait de mieux comprendre le sens des progrès de la technologie spatiale civile, ce qui faciliterait les prises de décisions dans les pays en développement, s'agissant en particulier d'affecter un degré de priorité aux activités de recherche-développement spatiales à entreprendre. Il était particulièrement important de disposer d'un point de départ solide pour la formation de base des entrepreneurs et innovateurs futurs, s'agissant en particulier de recherche appliquée et de transfert de technologie et de son adaptation. Cela permettrait aux entrepreneurs et entreprises locales de se préparer aux activités de développement grâce à l'acquisition de licences pour les techniques et à une formation sur l'utilisation effective des connaissances techniques et la bonne gestion d'une entreprise utilisant des techniques de pointe.

g) Le transfert de technologie était un processus à deux voies. Il était important qu'au moment de la prise de contact entre un fournisseur et un utilisateur potentiels les deux parties comprennent que chacune d'elles tirerait parti de la transaction. Les grandes entreprises n'étaient pas nécessairement les mieux placées pour répondre aux établissements de recherche et d'expérimentation s'efforçant de trouver des partenaires pour des opérations spécifiques. Il était peut-être plus utile de prendre contact avec des entreprises petites et moyennes. Cependant, l'inconvénient de cette formule était que ces sociétés n'avaient pas forcément les ressources nécessaires pour établir des contacts commerciaux avec leurs homologues industriels, comme à l'occasion d'expositions interprofessionnelles;

h) Les entreprises des pays en développement s'occupant de technologie spatiale devaient remplir certaines conditions préalables pour utiliser la recherche spatiale pour l'élaboration de nouvelles technologies. Ces conditions préalables étaient l'existence d'un niveau donné d'expérience et de

formation pour pouvoir absorber les nouvelles connaissances; l'organisation des groupes et des institutions existants de façon à permettre d'échanger facilement les informations; une collaboration étroite entre les groupes de recherche pour obtenir les meilleurs résultats; une coopération internationale et, en particulier, une coopération avec des partenaires plus expérimentés pour assurer le succès des transferts de technologie et de subventions provenant des gouvernements ou d'autres sources.

i) En ce qui concerne le rôle des Nations Unies, l'Organisation pourrait jouer un rôle de facilitation essentiel. Le Bureau des affaires spatiales devrait continuer à aider les pays en développement et à suivre les questions de développement technologique au niveau local par l'intermédiaire de conférences internationales telles que celle dont traite le présent rapport, qui constituent un forum adéquat, et par la promotion des interactions entre pays développés et en développement dans les applications technologiques. L'organisation d'une troisième conférence internationale sur les retombées bénéfiques de l'exploration spatiale et la mise en oeuvre d'activités de suivi a été proposée. Lors de la troisième conférence, ou peut être par l'intermédiaire du site Web mondial visé à l'alinéa g) ci-dessous, les représentants des pays en développement pourraient recenser les besoins ou problèmes spécifiques à leurs pays, donnant ainsi la possibilité aux pays développés de mieux comprendre comment on pourrait plus efficacement appliquer les technologies spatiales pour résoudre ces problèmes. Les Nations Unies pourraient également contribuer à recenser les entreprises qui ont bénéficié de retombées bénéfiques de la part des laboratoires spatiaux des nations spatiales, à évaluer les capacités de ces entreprises et à étudier si elles souhaiteraient transférer leur savoir faire à d'autres entreprises de pays en développement.

j) Le Bureau, en collaboration avec les industries intéressées, devrait élaborer un site Web, disponible sur l'Internet, auquel pourraient avoir accès tous les pays en développement et qui aborderait tous les aspects des transferts de technologie spatiale. Ce site pourrait contenir des informations utiles aux entreprises sur les possibilités de partenariat et renvoyer à une base de données sur les technologies applicables que n'importe quel pays pourrait utiliser. Le site Web ne devrait pas seulement couvrir les transferts de technologies réussis mais décrire également les problèmes rencontrés par les pays

développés mettant en oeuvre de nouvelles technologies.

9. Compte tenu de l'importance d'un accès adéquat aux technologies et applications spatiales intéressant les programmes de développement durable dans les pays en développement, y compris les avantages commerciaux mutuels s'offrant tant aux fournisseurs des technologies qu'à leurs bénéficiaires et utilisateurs, les États Membres devraient accorder une attention particulière à la coopération internationale dans le domaine du transfert de technologie spatiale et de leurs retombées. À cet égard, les cadres juridiques et accords internationaux mis au point par les organismes et institutions des Nations Unies avaient joué un rôle essentiel pour encourager la coopération internationale à des programmes relatifs au transfert de technologie spatiale.

10. À l'aube du XXI<sup>ème</sup> siècle, la coopération spatiale avec les pays en développement revêtait une importance cruciale. Les industries spatiales des pays développés souhaitant étendre leurs activités aux pays en développement devaient harmoniser leurs politiques et stratégies commerciales dans le cadre de la politique spatiale nationale, définie en général par une agence spatiale nationale et par les dirigeants politiques du pays en développement ayant décidé d'utiliser la technologie spatiale pour développer l'économie nationale.

11. Tous les participants ont rendu hommage à la qualité de l'organisation générale de la Conférence et à la planification des exposés. Certains participants ont émis l'avis que les pays en développement avaient pu obtenir des renseignements plus précis sur l'importance d'investir dans les programmes relatifs aux applications spatiales pour tirer parti de leurs avantages et améliorer les conditions de vie dans leur pays. Ils ont également remercié l'Organisation des Nations Unies d'avoir organisé la Conférence et les gouvernements et entreprises représentés dont la contribution au succès de la réunion a été inappréciable.

### III. Exposés et discussions

#### A. Généralités

12. Les changements politiques, économiques et techniques survenus au plan mondial depuis dix ans avaient modifié l'environnement opérationnel de

l'industrie spatiale. Cette dernière était devenue un atout économique et une source précieuse de savoir faire, de transfert de technologie et de retombées bénéfiques, plutôt qu'un moyen de suprématie politique. Les activités spatiales touchaient à d'importants domaines du secteur des technologies de pointe, notamment le développement de logiciels et matériels informatiques, l'électronique moderne, les télécommunications, la fabrication de satellites, les sciences de la vie et les techniques de lancement. Les activités spatiales concernaient également d'importants aspects dans le domaine de la politique et du commerce international tels que les marchés mondiaux, l'accès à des zones éloignées, la concurrence subventionnée par l'Etat ainsi que la normalisation et la réglementation internationales. La coopération était essentielle pour maximiser les retombées bénéfiques et fournir des avantages mutuels en encourageant les initiatives conjointes entre pays développés et en développement.

13. Grâce aux services et produits découlant directement et indirectement des applications de la technologie spatiale, la qualité de la vie s'était améliorée, en particulier dans les domaines du télé-enseignement, de la formation et du développement, de l'énergie solaire, des pêcheries, des télécommunications, de la santé et de la télémédecine, de l'agriculture de précision et de l'évaluation du rendement des cultures, ainsi que de la surveillance internationale des ressources naturelles et de l'environnement.

#### B. Retombées bénéfiques des technologies spatiales pour les pays en développement

##### 1. Télémédecine et santé

14. La prestation de services de santé en dehors des zones urbaines et dans les régions isolées avait toujours posé des problèmes aux pays en développement. La santé et la sécurité de nombreux pays pourraient être sensiblement améliorées par une bonne planification des ressources naturelles, de la distribution d'eau et des systèmes d'assainissement. Outre l'impact des activités spatiales sur le commerce et la vie quotidienne, les avantages socio-économiques découlant directement des missions d'exploration scientifique et spatiale étaient nombreux. Grâce aux progrès de la technologie, le rapport coût-efficacité de la télémédecine ne cessait de s'améliorer. La plupart des secteurs, y compris celui des soins de santé, ayant

de plus en plus de contraintes financières, de nouvelles modalités de prestations des soins étaient envisagées.

15. Depuis près de 30 ans, la NASA avait établi des liaisons entre les avantages de la technologie spatiale et la recherche dans le domaine médical. Diverses applications tirées de la technologie spatiale avaient influencé des domaines tels que l'instrumentation biomédicale, la cardiologie, la chirurgie et l'imagerie médicale. En 1989, la NASA a établi une liaison spatiale vers l'Arménie, cinq mois après le tremblement de terre qui a ravagé cette partie du monde. Il s'agissait d'une liaison à double relais, utilisant les satellites de la société américaine de téléphonie AT&T, d'INTELSAT et de la NASA (satellite Satcom). Le système consistait en un canal vocal bidirectionnel et une liaison unidirectionnelle vidéo en noir et blanc. Une fois installé, il a été utilisé de façon très satisfaisante pour atténuer les effets d'autres catastrophes dans la région.

16. Par ailleurs, la NASA utilisait les techniques de télédétection, plus particulièrement par satellite et aérienne, pour étudier différents problèmes concernant l'environnement et la santé publique dans le monde. Les données obtenues étaient utilisées pour la réglementation et la surveillance des ressources de la planète et de l'environnement. L'amélioration de l'état de l'environnement s'était traduite par une amélioration de la qualité de la vie de la population. Cette méthode avait permis d'étudier des habitats abritant des vecteurs susceptibles de transmettre des maladies d'une espèce à une autre. Du fait que certaines maladies étaient associées à des sites géographiques et des conditions écologiques particulières, l'étude de ces associations pourrait fournir des outils de recherche permettant de déterminer l'époque et le lieu de futures épidémies touchant l'homme.

17. Un exemple d'application de la télédétection pour améliorer la santé était fourni par l'Indonésie, où la malaria et la tuberculose étaient répandues dans différentes régions. Le Gouvernement indonésien, par le biais de l'Office national de planification du développement, avait financé la création de l'Agence pour l'évaluation et l'application des technologies, chargée d'étudier le problème et de formuler des recommandations sur la communication de statistiques sur les maladies. Afin de communiquer les données intéressantes de deux régions particulièrement touchées, il

avait été décidé d'automatiser le processus de manière très simple en mettant au point un système d'information géographique pour ordinateurs personnels qui utilisait exactement la même présentation que les centres sanitaires pour les rapports. Le processus permettait de remplir plus facilement les formulaires sous forme digitale. Pour évaluer la répartition spatiale des personnes touchées par la maladie en liaison avec les habitats des vecteurs potentiels des maladies, on a entré les types suivants d'informations spatiales dans le système: frontières politiques, emplacements des centres médicaux, localisation des patients, types de sol, topographie, utilisation et occupation des sols. Des données tirées de la télédétection par satellite ont été utilisées pour établir des cartes détaillées de l'occupation des sols. Les séries de données faisaient actuellement l'objet d'analyses statistiques.

18. En disposant d'informations plus précises au niveau national, les organismes gouvernementaux pourraient également mieux planifier l'utilisation des ressources limitées en fixant des priorités pour contribuer à résoudre les graves problèmes de santé à l'échelon local. L'objectif global du projet mené en Indonésie était de mettre au point une méthode facile à utiliser qui pourrait être appliquée dans les centres médicaux locaux pour mieux étudier, documenter et résoudre les problèmes de santé rencontrés par les centres médicaux locaux dans tout le pays. Le projet mettait en particulier l'accent sur l'importance d'utiliser le système d'information géographique quotidiennement pour que les responsables gouvernementaux disposent d'un système efficace et opérationnel leur permettant de surveiller les maladies.

19. Pour faciliter le dialogue entre les médecins et les industriels utilisant les technologies spatiales, l'Agence spatiale européenne (ASE) avait créé au début de 1996 une association chargée de la promotion de l'utilisation médicale de l'espace, qui diffusait des informations sur les technologies spatiales et les projets menés avec l'industrie spatiale pour promouvoir le transfert des technologies spatiales dans le domaine de la médecine. L'ASE avait invité des médecins, des établissements de recherche médicaux, des hôpitaux et l'industrie biomédicale à participer activement à l'association et à établir ainsi des liens avec l'industrie spatiale.

## 2. Agriculture

20. La révolution qui s'était produite dans le domaine de l'information agricole, les informations tirées de la télédétection par satellite et la photographie aérienne avaient permis aux exploitants agricoles et à l'agro-industrie d'estimer la production de denrées alimentaires et de fibres végétales et à établir des bases de sondage et des modèles prévisionnels. Ces données pourraient servir, dans les enquêtes agricoles, à prédire avec précision le rendement des cultures, à estimer et à cartographier les dégâts causés aux cultures, à surveiller les méthodes de conservation et à appliquer des techniques agricoles de précision.

21. Les agriculteurs commençaient à compter sur la télédétection pour surveiller les cultures en temps réel et obtenir des informations sur la production dans de vastes zones présentant des caractéristiques très différentes. Ces renseignements étaient utilisés pour déterminer les problèmes de santé des végétaux, surveiller les approvisionnements alimentaires et évaluer les risques de famine. La télédétection offrait de nombreux avantages dans le domaine de l'agriculture, et notamment les possibilités d'application suivantes: a) l'identification précoce des problèmes de santé des végétaux, qui permettrait aux cultivateurs d'appliquer à temps des techniques correctives; b) l'introduction de solutions ciblées pour résoudre les problèmes, ce qui entraînerait une diminution des coûts et réduirait les impacts sur l'environnement; c) la surveillance et la gestion simultanées de vastes zones très différentes les unes des autres avec peu de coûts ou d'efforts supplémentaires; d) des prévisions précoces et plus précises concernant le rendement des cultures, corrigées régulièrement pendant toute la saison de croissance; et e) l'analyse générale des résultats des récoltes, des champs et des exploitations permettant d'évaluer les réactions aux changements dans les méthodes de gestion et d'optimiser la production.

22. En outre, l'analyse des données fournies par les satellites conjuguée à celle des données terrestres pourrait permettre d'obtenir des statistiques beaucoup plus précises concernant les superficies au niveau local. Les données des satellites d'observation de la Terre et des satellites météorologiques pourraient aussi être analysées ensemble pour surveiller l'état des cultures. En outre, il serait possible de surveiller à l'échelon national l'état de la végétation en utilisant les données fournies par les satellites météorologiques en orbite polaire.

### 3. Applications de l'imagerie

23. Dans le domaine de l'imagerie à haute résolution, les pays avaient accès à une large gamme de produits qui avaient des applications aussi nombreuses qu'utiles. Les technologies de la NASA étaient utilisées pour cartographier, planifier et améliorer les programmes de développement des pays. Des cartes topographiques à haute résolution pourraient également être utilisées dans des applications commerciales allant de la construction de routes et de l'aménagement urbain au développement communautaire et à l'identification des plaines inondables.

24. Pour faciliter la planification à l'avance des secours, les informations concernant la surveillance de la végétation étaient utilisées pour évaluer les approvisionnements régionaux en vivres et en eau et atténuer les risques de sécheresse, d'infestations par des ravageurs et de contamination de l'environnement. La technologie géospatiale était utilisée pour évaluer la vulnérabilité alimentaire dans les zones frappées par la sécheresse. Ainsi, les pays d'Afrique connaissaient en permanence des pénuries alimentaires qui entraînaient des famines aiguës décimant la population. En ce qui concerne les différences de végétation, l'indice d'activité végétale normalisé était utilisé pour mesurer les principales variations dans la productivité agricole. Les résultats de ces mesures comparés aux avantages à long terme et étudiés en corrélation avec les précipitations, les prix du marché et les facteurs logistiques avaient permis de déterminer la répartition spatiale du risque alimentaire.

25. S'agissant de la sécurité internationale, les applications de l'imagerie à haute résolution pourraient être utilisées pour surveiller les conflits régionaux mais surtout, s'agissant du maintien de la paix, ces images et ces données pourraient être transmises aux États et aux particuliers, aux quatre coins du monde, dans les meilleurs délais, avec précision et de façon rentable.

26. En ce qui concerne la gestion des pêches, la télédétection avait permis de tirer des conclusions importantes touchant aussi bien la température de surface de la mer que la concentration des pigments. La distribution et l'abondance relative des ressources halieutiques dépendaient des conditions océanographiques de surface. L'utilisation des techniques de télédétection permettait de transmettre

des informations océanographiques aux navires, lesquels communiquaient à leur tour des informations opérationnelles, ce qui entraînait une amélioration de la gestion des entreprises et des ressources. Les pêcheurs pouvaient ainsi obtenir des informations sur la répartition de la température de surface et réduire les risques et les coûts en ne se rendant que dans les zones les plus susceptibles d'être poissonneuses. Les mêmes données permettaient aux gestionnaires de surveiller l'état de la population halieutique, d'accélérer l'analyse des ressources et de fournir aux flottilles des recommandations opérationnelles. L'information obtenue était utile pour optimiser l'exploitation durable des ressources naturelles et gérer l'infrastructure des pêcheries existante de la manière la plus rentable possible. L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture avait aussi aidé de nombreux pays en développement tels que la Chine, le Costa Rica, la Thaïlande et le Viet Nam à assurer le développement durable des pêcheries. Ces initiatives se traduisaient par une amélioration des approvisionnements alimentaires et une hausse des revenus des villages et par une amélioration générale de la qualité de vie des villageois.

### C. Recherche et développement

27. Les technologies spatiales fournissaient le savoir-faire technique ainsi que des informations sur les acteurs concernés, ce dont il s'agissait et pourquoi, grâce à une banque de données utilisée par les entreprises du monde entier pour approvisionner le marché mondial en produits, procédés et services nouveaux à des prix plus compétitifs. Les effets indirects des applications des technologies spatiales, envisagées auparavant comme étant des produits dérivés de la recherche et du développement, étaient de plus en plus perçus comme étant un élément important de la politique industrielle. Pour rester compétitifs dans leur domaine, les secteurs industriels faisaient davantage appel aux technologies, procédés et matériaux nouveaux.

28. Les acteurs qui intervenaient le plus activement dans le transfert de technologies spatiales étaient les gouvernements, les agences spatiales, les consortiums multisectoriels, les sociétés d'aérospatiale, les petites et moyennes entreprises, les laboratoires de recherche, les centres universitaires et les réseaux se composant de différentes organisations allant de grosses sociétés à des laboratoires de recherche et entreprises non

spatiales. Les programmes relatifs au transfert de technologie et aux retombées bénéfiques élaborés par les agences spatiales nationales et internationales témoignaient d'une nouvelle approche axée sur les marchés, qui se fondait sur la demande et sur des segments de marché bien identifiés. La technologie spatiale offrait un réservoir de solutions potentielles pour l'industrie.

#### 1. Le rôle du gouvernement

29. Le succès des transferts de technologie et de retombées bénéfiques passait par l'existence d'une méthode et d'infrastructures appropriées ainsi que d'une politique gouvernementale bien définie concernant chaque technique à transférer. Le Consortium de laboratoires fédéraux (FLC) encourageait et renforçait le transfert de technologie dans l'ensemble des États-Unis. À ce titre, le FLC représentait les programmes de diffusion technologique de 16 départements et organismes fédéraux regroupant plus de 600 laboratoires nationaux de recherche et de développement. Le FLC avait pour mission de coopérer avec les laboratoires fédéraux et le secteur privé dans les domaines suivants: a) la mise au point et la gestion des activités de transfert de technologie; b) la fourniture de conseils et d'une assistance en matière de transfert de technologie; c) la centralisation des demandes d'assistance technique présentées aux divers laboratoires fédéraux par les États, les administrations locales et les entreprises privées; et d) les mesures destinées à faciliter la communication, la coordination et l'exécution des activités de transfert de technologie des différents laboratoires et organismes fédéraux de recherche et de développement.

30. Les mécanismes employés pour avoir accès aux ressources et au savoir-faire du Consortium étaient notamment: a) le partage de l'information; b) l'échange de personnel; c) la conclusion d'accords directs de recherche et de développement avec des sociétés privées et d'autres organismes; d) les activités menées en commun avec la NASA; et e) la constitution de groupements et l'utilisation de technologies mises au point dans le cadre de contrats publics.

31. Outre le réseau du Consortium, six centres régionaux de transfert de technologie avaient été désignés à l'issue d'une compétition en appliquant un nouveau modèle pour l'élaboration des techniques de

pointe destinées à des secteurs précis. Quatre de ces centres dépendaient d'une université. Quarante pour cent des activités du réseau concernaient des technologies et concepts mis au point par la NASA. Le concept était mis au point et commercialisé et des études de marché appropriées étaient réalisées pour évaluer la viabilité commerciale du produit. Une fois les diverses étapes franchies et le produit considéré comme étant susceptible de faire l'objet d'une exploitation commerciale, il était proposé au secteur privé pour financement et distribution sur le marché.

32. Pour le secteur privé, l'intérêt de travailler avec le système de laboratoires fédéraux tenait au fait que ces laboratoires disposaient des moyens techniques et du personnel qualifié qui leur permettaient d'entreprendre des projets à trop long terme trop coûteux pour certaines entreprises privées.

33. Au cours des 25 dernières années, la NASA avait multiplié et diversifié avec succès ses technologies grâce à la commercialisation. Les recherches dans les domaines de l'aéronautique, de la biologie, de la microgravité et des sciences spatiales ainsi que dans les secteurs des communications, des vols spatiaux et de l'accès à l'espace avaient débouché sur toute une gamme de technologies de pointe susceptibles d'être transférées au secteur privé. Les pays en développement intéressés pourraient souhaiter travailler et coopérer avec la NASA dans le cadre de projets mutuellement bénéfiques. De nombreux pays avaient déjà conclu des accords de coopération avec la NASA dans le domaine des sciences fondamentales et de la technologie. La NASA s'intéressait aux programmes spatiaux civils des pays quand ceux-ci pouvaient présenter des avantages mutuellement acceptables. Cette coopération se faisait en plusieurs étapes:

a) Une demande initiale devait être présentée par les pays souhaitant coopérer avec la NASA;

b) Les équipes des deux parties discutaient et cherchaient à déterminer les domaines d'intérêt commun;

c) Les intérêts des deux pays qui n'étaient pas incompatibles avec leurs politiques nationales en matière de transfert de technologie étaient définis à partir du moment où un accord mutuel était conclu;

d) La NASA jouait un rôle de coordonnateur entre le pays intéressé et l'ensemble des agences et départements des États-Unis.

34. En offrant de telles possibilités aux pays en développement, la coopération entre la NASA et les différents pays permettrait de: renforcer les capacités technologiques du pays en développement; fournir l'occasion d'examiner les nouvelles technologies et de les adapter aux besoins locaux; développer les débouchés pour l'industrie spatiale dans le pays concerné. En outre, une politique visant à mettre en place des relations dans le cadre desquelles les connaissances étaient mises en commun grâce à une coopération mutuellement bénéfique était proposée par la NASA qui organisait des stages à l'intention des fonctionnaires de pays étrangers à condition que des possibilités équivalentes soient offertes en contrepartie à ses propres employés.

35. Dans le domaine de l'énergie renouvelable, le Département de l'énergie des États-Unis avait entrepris des recherches approfondies dans le domaine de l'énergie éolienne et solaire et des piles photovoltaïques, comme sur les lasers et la supraconductivité à haute température. Un outil utile était la conversion photovoltaïque utilisée pour fournir de l'énergie aux satellites fabriqués par l'homme. La NASA avait joué un rôle de pionnier dans le domaine de l'énergie photovoltaïque et encouragé les programmes menés par le Département de l'énergie pour développer les applications terrestres. Le laboratoire de propulsion de la NASA était au premier chef responsable du développement de la technologie photovoltaïque. La conversion photovoltaïque de l'énergie pourrait fournir une source d'énergie de remplacement viable pour les zones où il n'existait pas de sources d'énergie traditionnelles, telles que les stations météorologiques automatisées isolées, les bouées de navigation en mer et les stations forestières dans les villages de pays en développement.

36. La technologie de conversion photovoltaïque avait été introduite dans de nombreux pays en développement pour promouvoir l'utilisation des sources d'énergie renouvelables en tant que moyen viable, rentable et non polluant de production d'électricité. Des panneaux solaires étaient installés dans plusieurs pays d'Afrique et au Brésil pour alimenter en électricité les habitations situées dans des zones rurales, éloignées et des batteries de réserve de

haute capacité étaient utilisées pour la production d'électricité d'origine solaire dans les zones rurales et éloignées.

## 2. Rôle de l'industrie

37. Lockheed Martin Corporation faisait équipe avec plusieurs investisseurs pour créer des sociétés avec les vendeurs traditionnels afin de développer différents services de communication utilisant la technologie spatiale. Les nouveaux systèmes étaient destinés à différents types d'utilisateurs. Pratiquement tous les pays du monde bénéficiaient actuellement d'une vaste gamme de services de communication grâce à leur participation à des systèmes de communication par satellite internationaux, régionaux ou nationaux. La technologie des communications par satellite était un outil bien établi indispensable pour le développement social et économique et les progrès technologiques continuaient à réduire les coûts d'utilisation. Les satellites de communication étaient utilisés à des fins très diverses, notamment la communication rurale et sans fil, la diffusion des informations et des données, la communication d'urgence, la navigation, l'alerte en cas de catastrophe, la distribution des programmes télévision et radio, la recherche et les opérations de sauvetage, la télé-médecine et le télé-enseignement.

38. La technologie mentionnée ci-dessus avait ouvert des possibilités considérables de développement économique. En outre, ses avantages étaient potentiellement accessibles à toutes les couches de la société et pourraient encourager le processus de développement durable. La société Lockheed Martin avait récemment annoncé qu'elle participerait avec d'autres entreprises à la mise au point et au lancement du système de satellite de communications mobile SATPHONE. Ce système offrirait des services de télécommunications en Asie de l'Ouest, en Afrique du Nord, dans le bassin méditerranéen et en Europe de l'Est. Il offrirait à ces régions les possibilités suivantes: amélioration du réseau de communications terrestres existant; fourniture de services de qualité supérieure et souplesse d'utilisation pour des millions de consommateurs et possibilité pour les sociétés et pays participants de mettre au point des services de communication multiples et d'en tirer parti.

39. Spectrum Astro, entreprise privée en plein essor, se consacrait à la mise au point et à la production de produits spatiaux fiables et abordables.

La société créait et identifiait par le biais de partenariats les possibilités s'offrant aux entreprises de pays développés d'étendre leurs activités aux nouveaux marchés des pays en développement. Elle s'efforçait d'encourager le progrès technologique dans les domaines de la miniaturisation de l'électronique, la conception assistée par ordinateur et la normalisation des composants. Elle fournissait également des services et des produits pour toutes les phases du cycle de vie du système spatial, y compris la conception technique des systèmes et la préparation des missions; la conception et la production de petits véhicules pour les plate-formes spatiales; l'électronique spatiale et les systèmes de gestion énergétique; les systèmes de stockage des données hautement perfectionnés et le matériel électrique terrestre auxiliaire et de contrôle. Spectrum Astro a récemment annoncé qu'il figurerait parmi les fournisseurs des équipements énergétiques d'Ellipso, système mondial de communications par satellite.

### D. Expérience de l'industrie dans les pays en développement

40. Parmi les tâches que les pays en développement devaient mener à bien, en particulier dans le domaine des nouveaux marchés, il fallait citer la mise au point d'une stratégie améliorée, plus rapide et moins coûteuse de participation au marché qui devrait prévoir des transferts de technologie et une formation théorique et pratique à la gestion d'entreprises. Un projet national répondant aux besoins du pays pourrait également porter sur la conception et la fabrication de petits satellites peu coûteux et hautement performants et des systèmes connexes ayant des applications dans les domaines de la défense moderne, de la science et du commerce. Bien menée, cette initiative déboucherait sur une base commerciale solide qui serait compétitive sur les marchés mondiaux.

41. Des possibilités s'offraient à l'industrie spatiale mondiale pour les pays en développement dans les domaines suivants: télédétection commerciale, communication sans fil, accès à l'espace (lancements commerciaux) et services de positionnement et de chronométrage de précision. La plupart des pays en développement ne participaient pas à tous les types d'activités spatiales mais concentraient plutôt leurs efforts sur les applications spatiales ayant un potentiel opérationnel et commercial pour développer les débouchés commerciaux dans les pays concernés.

42. Les pays en développement avaient consacré de gros efforts aux produits issus des travaux de leurs institutions et organisations spatiales. Dans le domaine de l'énergie solaire, des panneaux solaires étaient utilisés au Botswana, au Ghana, au Kenya et en Afrique du Sud pour alimenter en électricité les habitations des zones rurales. Du fait qu'une grande partie de la population mondiale vivait dans des zones rurales éloignées qui n'étaient pas couvertes par le réseau électrique national, l'énergie solaire offrait une solution de remplacement moins coûteuse.

43. Au Brésil, dans les années 80, le gouvernement avait pris de nombreuses mesures pour inciter le secteur privé à développer l'industrie utilisant des technologies de pointe. À mesure que l'industrie brésilienne accumulait de l'expérience, l'Institut national brésilien de la recherche spatiale (INPE) recherchait des entreprises en mesure de fabriquer des panneaux solaires et offrait un environnement propice à un échange d'idées avec les entreprises privées. Cette approche avait permis à une entreprise privée de fabriquer des panneaux solaires pour l'Institut et de participer au programme sino-brésilien de satellite d'étude des ressources terrestres. Une autre société avait également fabriqué des composants et assemblages spatiaux pour le programme spatial brésilien. Plusieurs petites sociétés brésiennes coopéraient avec d'autres pays en développement, s'agissant en particulier de vendre ou d'acheter des images provenant des satellites d'observation terrestre. L'INPE a continué de collaborer et de travailler avec l'industrie brésilienne en vue de développer son industrie spatiale.

44. En Bulgarie, l'Agence aérospatiale bulgare travaillait à la mise au point de NeuroLab-B qui serait utilisé pour effectuer des examens psychologiques et physiologiques sur les équipages embarqués à bord de la station spatiale Mir. Une version de ce système, destinée à une utilisation médicale à terre, était également mise au point. L'Agence avait par ailleurs conçu un indicateur individuel d'ultraviolets qui signalait la présence et l'intensité du rayonnement UV-A et UV-B. Les personnes qui en étaient équipées connaissaient ainsi clairement l'intensité du rayonnement solaire et pouvaient donc déterminer plus facilement le temps maximal d'exposition au soleil dans différentes circonstances.

45. L'application de la technologie spatiale en Chine avait joué un rôle important pour résoudre les problèmes liés à la population, aux ressources, à

l'environnement, aux catastrophes, aux communications, au transport et à l'éducation. Les avantages économiques et sociaux tirés de la technologie spatiale représentaient 70 pour cent du revenu brut de la société aérospatiale chinoise. En outre, l'industrie spatiale de la Chine avait fourni des services directs à l'économie nationale et à la recherche scientifique.

46. Depuis les années 80, les entreprises spécialisées dans la technologie et la recherche spatiales en Chine appliquaient une politique s'efforçant de faire profiter les autres industries nationales des applications de la technologie spatiale. Plus de 20 pour cent des applications dérivées de la recherche spatiale se retrouvaient en général dans d'autres industries. Parmi les exemples de retombées bénéfiques en Chine, il fallait citer: un transducteur à tube à basse température; une nouvelle source d'énergie, une pile zinc-air s'inspirant des piles à combustible  $H_2-O_2$ ; des piles à combustible utilisées sur les satellites et de grosses batteries à  $Zn-O_2$ ; un système de mesure photo-électrique du diamètre et un système complexe de contrôle des processus industriels.

47. En outre, un satellite d'exploration terrestre, Ziyuan-1, conjointement mis au point par la Chine et le Brésil, devait être lancé en 1998. Ce satellite pourrait jouer un rôle important pour l'étude, l'exploitation, l'utilisation et la gestion des ressources et la surveillance de l'agriculture, des forêts, de l'énergie hydraulique, de la géologie, des minéraux, des océans et de l'environnement.

48. En Hongrie, le projet opérationnel de surveillance des cultures avait été mené à bien et avait permis d'obtenir des cartes précises des rendements des cultures deux à 12 semaines plus tôt que la date prévue. Les données sur les rendements dans les zones concernées avaient été régulièrement communiquées au Ministère de l'agriculture.

49. L'Inde fournissait un autre exemple de coopération entre le gouvernement et l'industrie dans les pays en développement. Dans le domaine du transfert de technologie, l'Organisation indienne de la recherche spatiale (ISRO) travaillait en étroite collaboration avec l'industrie à tous les stades de la mise au point de produits et de services dérivés des activités spatiales. Elle était en contact permanent avec les entreprises afin de veiller à ce que les procédures de contrôle de qualité, les normes

d'inspection et les autres critères fixés en matière de fabrication soient effectivement respectés.

50. Cette collaboration avait notamment débouché sur la fabrication de produits commercialisés sous divers noms, en particulier des produits optiques et opto-électroniques pour l'interprétation des données de télédétection. Grâce à cette collaboration, le secteur privé avait pu mettre au point tout seul une série de produits qui utilisaient un équipement optique pour les applications d'imagerie industrielle et médicale. La participation dynamique d'une société privée indienne, Optomech Engineers PVT. Ltd., à tous les stades de la mise au point de produits optiques bon marché permettant l'interprétation visuelle des données de télédétection obtenues par satellite, avait permis à cette société d'obtenir une licence pour la commercialisation d'une série de produits optiques destinés à des applications dans le domaine de l'imagerie industrielle et médicale. La société avait ainsi pu diffuser avec succès divers instruments et diversifier ses activités dans le domaine de l'imagerie médicale et la fabrication de machines-outils.

51. Les résultats de la coopération très active entre l'industrie indienne et l'ISRO permettaient de tirer les observations et conclusions suivantes:

a) Les petites sociétés dirigées par des chefs d'entreprise compétents sur le plan technique étaient mieux à même d'intégrer rapidement les technologies;

b) Le donneur de licence devrait désigner au sein de son organisation une personne avec laquelle le preneur de licence pouvait entrer directement en contact pour toute question concernant les transferts de technologie;

c) Le nombre de bénéficiaires d'une technologie ou d'un produit donné devrait être fonction des possibilités perçues ou estimées de commercialisation;

d) Le transfert de technologie permettrait au preneur de licence d'acquérir des compétences qu'il utiliserait pour la mise au point de nouveaux produits utilisant la même technologie mais destinés à des applications différentes.

52. En Roumanie, une attention toute particulière avait été accordée à la mise au point d'un micro-

satellite pour la gestion des risques et la surveillance des communications spatiales, le positionnement à l'échelle du globe et les systèmes d'information et d'observation terrestre. En outre, la Roumanie, par l'intermédiaire de son Institut national de recherche aérospatiale et de son Agence spatiale avait mis au point un petit aéronef sans pilote, un aérodyne lenticulaire, équipé pour la formation dans le domaine des communications à distance, du contrôle des comportements et de la navigation. Ce véhicule avait contribué à réduire le laps de temps nécessaire pour comprendre et ajuster les phases d'une mission et à réduire les coûts.

### **E. Propriété intellectuelle**

53. Les questions de propriété intellectuelle et les problèmes juridiques connexes mettant en cause la technologie dans les différents pays appelaient, une fois que les entreprises possédaient une propriété intellectuelle, une action appropriée. L'identification, la protection, le transfert et la préservation de la propriété intellectuelle soulevaient des questions revêtant une importance fondamentale. Elles touchaient à différents aspects tels que l'identification de la propriété intellectuelle par l'intermédiaire d'un audit et sa protection dans ses différentes formes, y compris les brevets, marques commerciales et droits d'auteur. Il fallait protéger les secrets de fabrication, les inventions et les plans, les logiciels informatiques, les marques déposées et la configuration des produits pour préserver les droits inhérents à ces produits. Des accords de confidentialité étaient également nécessaires lorsque des demandes de brevet et de marque commerciale étaient déposées. En outre, avant de commercialiser une invention, il importait de veiller à ce que celle-ci ne porte pas atteinte au droit acquis par d'autres de sorte que le respect des réglementations en matière de contrôle des exportations et d'octroi des licences à l'étranger était essentiel. Un autre domaine qui demandait une grande attention était celui des licences technologiques, et ce pour diverses raisons liées aux objectifs commerciaux, à la situation des marchés, aux types de preneurs de licence, aux considérations anti-trust et aux types de droits de propriété intellectuelle. Les licences pouvaient être exclusives ou non exclusives et être limitées sur le plan géographique, dans le temps, ou dans leur domaine d'utilisation et faire l'objet d'une renégociation.

### **F. Mise en valeur des ressources humaines**

54. Pour utiliser efficacement la technologie spatiale et ses retombées bénéfiques, les entreprises des pays en développement devaient acquérir des connaissances en apprenant par l'innovation, les relations utilisateur/producteur pouvant à cet égard jouer un rôle utile. Du fait que les utilisateurs des technologies spatiales dans les pays en développement semblaient jouer un rôle plus actif dans la promotion, le développement et l'utilisation des applications connexes, il apparaissait nécessaire d'introduire des stratégies permettant de fournir aux utilisateurs une information complète. Cette approche permettrait aux utilisateurs de créer une capacité de production locale et encouragerait la coopération entre utilisateurs et producteurs.

55. Ainsi, des programmes d'éducation spécifiques devraient être élaborés pour permettre aux pays en développement de s'informer sur les avantages du transfert de technologie et de se familiariser avec les progrès les plus récents de la technologie spatiale et de ses applications. Des stages de formation étaient organisés dans des établissements travaillant dans le domaine spatial pour sensibiliser les employés aux innovations et transferts technologiques. Il s'agissait là d'un élément essentiel pour améliorer l'infrastructure sur laquelle reposaient les décisions commerciales et la gestion, élément central tant pour les décideurs que pour les dirigeants politiques.

56. Les pays en développement devraient également s'informer des ressources disponibles dans le domaine de la formation et de l'éducation. Ainsi, des centres régionaux d'enseignement dans le domaine des sciences et de la technologie spatiales étaient créés sous l'égide du Bureau des affaires spatiales dans différentes régions couvertes par les commissions économiques régionales, notamment l'Asie et le Pacifique, l'Amérique latine et les Caraïbes, l'Afrique et l'Asie de l'Ouest.

57. Depuis avril 1996, le Centre régional de formation aux sciences et techniques spatiales pour l'Asie et le Pacifique, basé en Inde, offrait aux particuliers une occasion unique de s'informer sur les technologies spatiales, y compris les retombées bénéfiques, l'accent étant mis sur la télédétection, la météorologie par satellite, les communications par satellite, les systèmes de géopositionnement et la science atmosphérique. Le Centre pour la science et la technologie spatiales - centre francophone - a été

inauguré au Maroc en octobre 1998 et le Centre de formation aux sciences et techniques spatiales - anglophone - a été inauguré au Nigéria en novembre 1998. Le Centre régional de formation aux sciences et techniques spatiales en Amérique latine et aux Caraïbes, qui devait être accueilli par le Brésil et le Mexique, devait également être inauguré d'ici à la fin de 1998. À la suite d'une mission d'évaluation en Asie de l'Ouest, un pays hôte serait choisi dans un proche avenir pour accueillir un centre dans cette région. En outre, en Europe - centre, est et sud-est - un réseau d'établissements de formation aux sciences et techniques spatiales était actuellement mis en place.

### G. Exposition

58. En liaison avec la Deuxième Conférence internationale organisée par l'ONU sur le thème: Les retombées bénéfiques de la technologie spatiale - enjeux et possibilités, une exposition avait été organisée au Centre de Tempa par la Conférence annuelle de 1998 de l'Institut technologique de la Société américaine de photogrammétrie et de télédétection. Les participants avaient pu prendre contact avec des entreprises et des sociétés privées participant à l'exposition en vue d'une éventuelle collaboration à court et à long terme dans des domaines d'intérêt mutuel. Cette exposition avait permis aux participants de mieux comprendre le caractère évolutif des sciences de la cartographie, qui favorisaient le développement des applications dans les domaines de la photogrammétrie, de la télédétection, des systèmes d'information géographique et des technologies d'appui.