

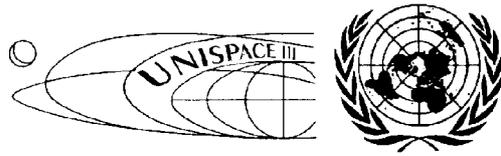
Distr. LIMITÉE

A/CONF.184/BP/7

27 mai 1998

FRANÇAIS

Original : ANGLAIS



**TROISIÈME CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
SUR L'EXPLORATION ET LES UTILISATIONS PACIFIQUES DE L'ESPACE EXTRA-ATMOSPHÉRIQUE**

**ASPECTS COMMERCIAUX DE L'EXPLORATION SPATIALE,
Y COMPRIS LES RETOMBÉES BÉNÉFIQUES**

Document d'information n° 7

Liste des documents d'information:

1. La Terre et son environnement dans l'espace
2. Catastrophes: prévision, alerte et atténuation des effets
3. Gestion des ressources de la Terre
4. Systèmes de navigation et de localisation par satellite
5. Communications spatiales et leurs applications
6. Sciences spatiales fondamentales, recherche sur la microgravité et leurs avantages
7. Aspects commerciaux de l'exploration spatiale, y compris les retombées bénéfiques
8. Systèmes d'information pour la recherche et les applications
9. Missions de petits satellites
10. Initiation et formation aux sciences et aux techniques spatiales
11. Retombées bénéfiques sur le plan économique et social
12. Promotion de la coopération internationale

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Paragraphes</i>	<i>Page</i>
AVANT-PROPOS		2
RÉSUMÉ		3
I. APERÇU	1 - 9	4
II. SEGMENTS DU MARCHÉ DES ACTIVITÉS SPATIALES	10 - 46	6
A. Construction de satellites	10 - 11	6
B. Services de lancement	12 - 20	7
C. Secteur terrien (conception, construction et exploitation des stations au sol)	21 - 25	9
D. Télécommunications	26 - 32	10
E. Télédétection et systèmes d'information géographique	33 - 37	11
F. Systèmes de navigation	38 - 39	13
G. Fabrication et transformation dans l'espace	40 - 43	13
H. Autres et futurs créneaux commerciaux	44 - 46	14
III. DÉBOUCHÉS SECONDAIRES	47 - 73	14
A. Services d'appui	47 - 53	14
B. Transfert de technologie spatiale et activités dérivées	54 - 73	16
IV. ÉVALUATION	74 - 76	20

AVANT -PROPOS

Dans sa résolution 52/56, l'Assemblée générale a convenu que la troisième Conférence des Nations Unies sur l'exploration et les utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique (UNISPACE III) devrait se tenir à l'Office des Nations Unies à Vienne du 19 au 30 juillet 1999 en tant que session extraordinaire du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique, ouverte à tous les États Membres de l'Organisation des Nations Unies.

La Conférence UNISPACE III aura pour objectifs principaux:

- a) D'encourager une utilisation efficace des techniques spatiales pour résoudre les problèmes d'importance régionale ou mondiale;
- b) De renforcer les capacités des États Membres, en particulier celles des pays en développement, afin qu'ils puissent utiliser les applications de la recherche spatiale pour leur développement économique et culturel.

La Conférence aura également pour objectif:

- a) De permettre aux pays en développement de déterminer les applications des techniques spatiales dont ils ont besoin pour leur développement;
- b) De déterminer comment faciliter l'utilisation des applications des techniques spatiales par les États Membres en vue d'un développement durable;

- c) D'examiner les différents problèmes liés à l'enseignement, à la formation et à l'assistance technique en ce qui concerne les sciences et les techniques spatiales;
- d) D'évaluer les activités spatiales et de sensibiliser le grand public aux avantages que présentent les techniques spatiales;
- e) De renforcer la coopération internationale pour la mise au point et l'utilisation des techniques spatiales et de leurs applications.

Dans le cadre des activités préparatoires à la Conférence UNISPACE III, le Bureau des affaires spatiales du Secrétariat a établi plusieurs documents d'information qui permettront aux États Membres participant à la Conférence, ainsi qu'aux réunions préparatoires régionales, de faire le point sur les caractéristiques et les tendances les plus récentes de l'utilisation des techniques spatiales. Ces documents ont été établis à partir des informations que des organisations internationales, des agences spatiales et des experts du monde entier ont fournies à cette fin. Il a été publié une série de 12 documents d'information, qui se complètent et devraient être lus ensemble.

Les États Membres, les organisations internationales et les entreprises du secteur spatial qui ont l'intention de participer à la Conférence UNISPACE III devraient étudier le contenu du présent document, en particulier pour décider de la composition de leur délégation et préparer leurs contributions aux travaux de la Conférence.

Le présent document a été élaboré à partir des contributions et éléments d'information fournis par les organisations et organismes suivants qu'il y a lieu ici de remercier: Organisation météorologique mondiale (OMM), Agence spatiale européenne (ESA), Centre national d'études spatiales (CNES) (France), Administration nationale de l'aéronautique et de l'espace (NASA) (États-Unis d'Amérique), Université internationale de l'espace (UIE) (France), et Société internationale de photogrammétrie et de télédétection (ISPRS) par l'intermédiaire de son Président. Il faut également remercier les experts de l'ESA, du CNES, de l'Agence spatiale canadienne (ASC), de l'Organisation indienne de recherche spatiale (ISRO), du Département des activités spatiales du Gouvernement indien, de l'Institut national de l'aéronautique et de l'espace (LAPAN) (Indonésie), de l'UIE, de l'University College London et de Novespace (France), qui ont bien voulu revoir le texte. Il a également été fait appel aux publications ci-après: a) *State of the space industry – 1997 outlook*, mise au point par SpaceVest (KPMG Peat Marwick, Space Publications, Center for Wireless Telecommunications); b) la série de publications intitulées *Spin-off* de la NASA; et c) le document de travail de la Communauté européenne intitulé "L'Union européenne et l'espace: Promouvoir les applications, les marchés et la compétitivité de l'industrie".

M. J. Rycroft, de l'UIE et de l'Université de Cambridge (Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord) a également apporté une contribution précieuse en procédant à l'édition technique des documents d'information 1 à 10 (A/CONF.184/BP/1 à 10).

RÉSUMÉ

Les activités spatiales font appel à certains des principaux domaines de la technologie de pointe: logiciels et matériel informatiques, électronique complexe, télécommunications, construction de satellites, sciences de la vie, matériaux de pointe et techniques de lancement. Elles touchent également à certains des aspects les plus importants de la politique et du commerce internationaux: marchés mondiaux, accès aux régions isolées, compétitivité subventionnée par les États, ainsi que normalisation et réglementation internationales.

L'industrie spatiale mondiale qui, en 1996 avait un chiffre d'affaires estimé à 77 milliards de dollars des États-Unis et employait plus de 800 000 personnes, est l'un des principaux moteurs de l'économie de la planète. Elle constitue en outre une réserve extrêmement précieuse de savoir-faire, dans laquelle puisent des milliers de sociétés pour commercialiser de nouveaux produits, procédés et services à des prix plus compétitifs. Ces conséquences indirectes des applications des techniques spatiales, que l'on tenait naguère pour des sous-produits de la

recherche-développement, sont considérées de plus en plus comme des retombées primaires et comme un élément essentiel de la politique industrielle. En dehors du secteur spatial, les industries réclament plus de technologies, de procédés et de matériaux nouveaux afin de rester compétitives dans leur domaine. Une grande partie de ces innovations trouvent leur origine dans l'industrie spatiale.

Le présent document examine l'état de l'industrie spatiale, les principaux segments du marché spatial et son évolution et les statistiques existantes en la matière, l'accent étant plus particulièrement mis sur les questions liées aux transferts et aux retombées des techniques spatiales.

I. APERÇU

1. En plus de quarante ans, l'espace a montré qu'il avait une importance stratégique, politique, socioéconomique et scientifique capitale. Les grandes puissances économiques comme les pays en développement ont élaboré et mis en œuvre des programmes devant permettre à toutes les parties prenantes, principalement aux autorités publiques, aux entreprises et aux universités, de faire la preuve du potentiel des techniques spatiales et de les exploiter. La création d'organisations internationales spécialisées dans le domaine spatial, d'agences ou d'administrations spatiales nationales et d'instituts de recherche fondamentale et appliquée a stimulé le développement des capacités techniques et des infrastructures industrielles ainsi que l'expansion des marchés d'utilisateurs et de consommateurs dans le monde entier.

2. C'est ainsi que l'industrie spatiale est devenue l'un des plus vastes secteurs d'activité de la planète, avec en 1996 un chiffre d'affaires estimé à 77 milliards de dollars des États-Unis et plus de 800 000 employés dans le monde (chiffres qui incluent les infrastructures, les télécommunications, les applications et les services d'appui). Pour saisir pleinement l'importance économique de cette industrie, il faut la considérer comme un maillon fondamental d'une longue chaîne à valeur ajoutée constituée, pour l'essentiel, de services qui, avec la composante au sol et le marché des utilisateurs, peut représenter plus de dix fois la valeur des engins spatiaux et des lanceurs. C'est pourquoi il faut se garder de réduire l'industrie spatiale aux seules entreprises du secteur de l'espace.

3. À côté de l'intérêt économique, presque chaque pays pourrait avoir un intérêt stratégique à mettre au point des applications des techniques spatiales où à y accéder. Ces applications ont une incidence dans des composantes aussi importantes de la politique, que l'environnement, l'agriculture, le développement durable, les réseaux de communication, la prévision des catastrophes naturelles, l'éducation et la santé, pour n'en citer que quelques-unes. Ainsi, lorsqu'elles s'insèrent dans un cadre politique approprié, les techniques spatiales peuvent jouer un rôle décisif dans l'élaboration des politiques et dans la prise de décision aux niveaux national, régional et international.

4. Les activités spatiales et, partant, le potentiel industriel et les capacités de recherche dans le domaine sont inégalement répartis sur le plan géographique; elles sont fortement concentrées dans les grandes puissances économiques, puis vient un certain nombre de pays en développement. Il pourrait en être de même pour les avantages découlant des applications des techniques spatiales. Toutefois, compte tenu de leur neutralité géographique, les systèmes spatiaux pourraient favoriser relativement plus les pays et régions les moins avancés et, ce faisant, influencer davantage sur leur devenir politique, économique et social.

5. Depuis la deuxième Conférence des Nations Unies sur l'exploration et les utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique (UNISPACE 82), qui s'est tenue à Vienne du 9 au 21 août 1982, l'industrie spatiale, en particulier le secteur terrien et les services connexes, a été confrontée, à l'échelle mondiale, à un certain nombre de changements politiques, économiques et techniques, qui ont eu d'importantes répercussions sur l'environnement dans lequel elle opère. Il s'agit des changements suivants, sans que la liste soit exhaustive:

a) La fin de l'ère d'antagonisme géopolitique qui, des décennies durant, avait alimenté l'expansion de l'industrie spatiale;

b) Le ralentissement de l'activité économique de nombreux pays, qui s'est traduit par des restrictions budgétaires touchant directement les programmes de recherche-développement dans le domaine spatial;

c) La mondialisation croissante de l'économie et l'ouverture des marchés, ainsi que l'apparition de nouveaux concurrents;

d) La tendance générale à la libéralisation et à la déréglementation des services de télécommunications, ainsi que la privatisation de nombreuses activités traditionnellement menées par les États;

e) Les récentes mutations technologiques, ainsi que la convergence des télécommunications et des technologies de l'information; et

f) L'accueil favorable que les marchés financiers ont réservé à la commercialisation des applications des techniques spatiales.

6. Il se peut que certains des changements ci-dessus soient temporaires, alors que d'autres exigeront de modifier durablement la façon dont fonctionne l'industrie spatiale et le rôle que les gouvernements jouent dans le domaine. Les entreprises du secteur spatial savent qu'elles devront adapter leurs structures actuelles pour faire face à ces changements, bien que, dans de nombreux cas, les autorités nationales compétentes ne leur aient pas encore clairement indiqué ce que serait le nouvel environnement.

7. Si le développement de l'industrie spatiale est encore fortement tributaire, dans le monde entier, du financement de l'État pour la recherche-développement et l'achat de systèmes civils ou militaires, les changements précités sont en train de modifier les choses. Il est donc fort probable que, dans les cinq prochaines années, le marché privé supplantera les gouvernements comme premier client de l'industrie spatiale.

8. Le changement le plus marquant est que des systèmes de télécommunications radicalement nouveaux – par exemple des systèmes mobiles fonctionnant à partir de constellations de satellites sur orbite terrestre basse et moyenne, dont le coût varie entre 2,5 et 5 milliards de dollars des États-Unis sur trois à cinq ans – sont entièrement financés par des fonds privés. Au cours de la seule année 1996, près de 3 milliards de dollars des États-Unis ont été collectés sur les marchés financiers pour des projets spatiaux. La demande de services par satellite, à son tour, a stimulé le marché des services de lancement.

9. Grâce aux applications commerciales actuelles et futures, dont beaucoup connaîtront une croissance annuelle supérieure à 20 %, le chiffre d'affaires total de l'industrie spatiale devrait dépasser 100 milliards de dollars des États-Unis avant l'an 2000 et continuer d'augmenter pendant les premières années du siècle prochain.

II. SEGMENTS DU MARCHÉ DES ACTIVITÉS SPATIALES

A. Construction de satellites

10. Stimulée à la fois par les achats continus des gouvernements et la très forte demande d'applications commerciales dans des domaines comme les télécommunications, la télédétection et les systèmes mobiles à orbite terrestre basse, la construction de satellites a, ces dernières années, connu une expansion sans précédent. Les projections de la croissance, concernant la construction de satellites et de lanceurs commerciaux, ont été révisées en hausse chaque année, la demande ayant été supérieure aux prévisions. Cette tendance devrait se poursuivre, étant donné que plusieurs systèmes mobiles de télécommunications et de nouveaux services multimédia seront mis en place au cours des prochaines années. On prévoit un certain ralentissement des commandes de satellites entre 2001 et 2005, due au laps de temps qui s'écoule entre le moment où les satellites commandés sont mis sur orbite et celui où les satellites de remplacement doivent être construits et lancés (voir tableau 1).

Tableau 1. Construction de satellites
(en millions de dollars des États-Unis)

	1995	1996	1997 ^a	1998 ^a	1999 ^a	2000 ^a
Opérateurs commerciaux	2 739	2 989	3 884	5 044	6 552	8 510
Agences gouvernementales	5 883	5 959	5 946	6 100	6 093	6 079

Source: *State of the Space Industry: 1997 Outlook*.

^aPrévision.

11. La demande forte et persistante de construction de nouveaux satellites est stimulée par un certain nombre de facteurs, qui peuvent se résumer comme suit:

a) *Demande d'une plus grande capacité de télécommunication.* Il est nécessaire d'étaler la largeur de bande pour faire face à l'augmentation constante de la demande de transmission de données, de la voix et d'images. L'accroissement de la capacité globale suppose l'installation de nouvelles infrastructures et la mise au point de nouvelles techniques de compression des signaux. En attendant que ces techniques fassent leurs preuves et soient testées, il sera obtenu principalement par des extensions de l'infrastructure satellitaire qui constituent un moyen rapide et relativement bon marché;

b) *Marché des satellites sur orbite terrestre basse et moyenne.* Les nombreux services mobiles qu'il est prévu de mettre en place à partir de constellations de satellites sur orbite terrestre basse et moyenne exigent la construction de centaines, voire de milliers, de satellites, sans compter les pièces de rechange. La demande de services mobiles par satellite étant en augmentation, les carnets de commandes de l'industrie spatiale ne désempliront pas;

c) *Baisse des coûts de construction.* La mise en place de constellations de satellites, ainsi que le besoin croissant de satellites géostationnaires, font progresser la technologie et donnent aux constructeurs l'occasion d'accroître leur efficacité. La baisse des coûts de fabrication et de lancement permettront aux utilisateurs de la prochaine génération de satellites de créer un certain nombre d'applications nouvelles;

d) *Marché des petits satellites.* L'activité de construction de petits satellites devrait plus que tripler d'ici à 2002, avec la réalisation de missions scientifiques, l'homologation et l'expérimentation de nouveaux équipements dans l'espace ainsi que l'apparition d'applications nouvelles. Limitées jusqu'ici aux missions scientifiques, les nouvelles technologies permettent peu à peu d'utiliser ce type de satellites pour des applications commerciales, en particulier pour les télécommunications et l'observation de la Terre. Un certain nombre de petits et moyens constructeurs de par le monde incitent à l'utilisation de petits satellites pour divers créneaux. Plusieurs universités de différents pays, y compris de pays en développement, ont conçu et fabriqué de petits satellites, à la fois dans un but pédagogique et comme plates-formes servant de supports à de petites expériences scientifiques;

e) *Applications futures.* De nouvelles applications des techniques spatiales ainsi que de nouveaux services sont actuellement mis au point. Des services tels que la télésurveillance de l'état des oléoducs, la collecte automatisée de données et l'accès à Internet par satellite pour n'en citer que quelques-uns, exigeront la fabrication et le déploiement de satellites supplémentaires.

B. Services de lancement

12. Entre 1987 et 1996, 36 satellites commerciaux en moyenne ont été lancés chaque année. Selon les projections, 1 697 satellites seront lancés entre 1998 et 2007, si bien que le marché des lanceurs commerciaux devrait progresser

de plus de 10 % par an. La nature de la demande évolue également. La masse des satellites géostationnaires augmente, les délais d'attente entre leur achat et leur lancement se réduisent considérablement et la mise en place de constellations est devenue une activité commerciale florissante.

13. La valeur marchande totale des services de lancement pour la période 1997-2006 est estimée à 33,4 milliards de dollars des États-Unis, dont 21 milliards correspondent au lancement de satellites géostationnaires sur la base de l'estimation prudente, donnée à la section D ci-après, de 262 satellites géostationnaires. Sur ces 21 milliards, 55 % sont déjà couverts par des contrats fermes signés avant octobre 1996 et 6 % sont considérés comme "captifs", ce qui laisse 39 % du marché encore ouvert à la concurrence internationale. Environ deux tiers de la valeur totale des services proviendront d'opérateurs commerciaux et le reste d'organismes gouvernementaux (voir tableau 2).

Tableau 2. Chiffre d'affaires correspondant au marché des lanceurs
(en millions de dollars des États-Unis)

<i>Lanceurs consommables</i>	1995	1996	1997 ^a	1998 ^a	1999 ^a	2000 ^a
Opérateurs commerciaux	1 325	1 811	2 214	2 400	2 594	2 700
Agences gouvernementales	<u>3 101</u>	<u>3 143</u>	<u>3 134</u>	<u>3 220</u>	<u>3 215</u>	<u>3 205</u>
Total	4 426	4 954	5 348	5 620	5 809	5 905

Source: State of the Space Industry: 1997 Outlook.

^aPrévision.

14. Le calendrier des lancements de charges utiles commerciales est déjà entièrement rempli pour 1999, un nombre record de vols étant prévu pour satisfaire la demande. Hormis le placement de charges utiles sur l'orbite des satellites géostationnaires, des campagnes de lancement ont été entreprises en 1997, pour le placement de charges sur orbite terrestre basse.

15. Les lanceurs consommables détiennent actuellement la plus large part du marché des services de lancement. Faisant appel à des techniques éprouvées, les lanceurs consommables actuels ont assuré la mise sur orbite de charges utiles avec un taux de réussite supérieur à 80 % et pour un coût oscillant entre 16 000 et 20 000 dollars des États-Unis par kilogramme. De nouveaux lanceurs consommables ou des versions améliorées des lanceurs existants, dotés d'une puissance de levée modulable à la carte, sont actuellement mis au point dans un certain nombre de pays.

16. Divers petits lanceurs (tels que les fusées Cosmos, Pegasus, Taurus et les lanceurs pour mises sur orbites polaires) sont utilisés par plusieurs pays pour la mise sur orbite de petits satellites. Les petits engins spatiaux coûtant beaucoup moins cher que les gros, on s'attend à une très forte expansion du marché des lanceurs correspondants. Stimulés par un marché répondant à la demande des puissances spatiales, de chercheurs et d'entreprises à petit budget, des pays, parmi lesquels le Brésil, l'Inde et Israël, mettent au point plus d'une dizaine de lanceurs différents.

17. L'industrie voit dans les lanceurs réutilisables, c'est-à-dire des lanceurs pouvant quitter la surface de la Terre, mettre une charge utile sur orbite, revenir sur Terre et être ravitaillés pour un nouveau vol, un moyen de réduire jusqu'à 100 fois les coûts de mise sur orbite. La navette spatiale est, à ce jour, le seul lanceur réutilisable opérationnel, mais le Gouvernement des États-Unis exclut l'utilisation pour la mise sur orbite de charges utiles commerciales. Plusieurs nouveaux projets, en revanche, sont à l'étude (Eclipse, K1, Hope X et X-33). Leur réalisation se heurte encore à de nombreuses difficultés techniques, comme la limitation du poids des lanceurs et exige de nouveaux matériaux, structures et systèmes de commande. Cela dit, une fois opérationnels, ces lanceurs entraîneraient une expansion rapide de l'industrie spatiale et permettraient de mettre au point de nouvelles applications grâce à la baisse sensible des coûts de lancement.

18. Les bases de lancement et les ports spatiaux constituent un autre secteur important des services de lancement qui connaît une activité sans précédent, même si l'on ne prévoit qu'une faible progression de son chiffre d'affaires. Plusieurs nouvelles installations devraient devenir opérationnelles dans les prochaines années, tandis que des fonds supplémentaires sont consacrés à la modification des ports spatiaux existants, afin qu'ils puissent accueillir différents types de lanceurs, l'objectif étant de réduire les temps de lancement ainsi que les services d'appui nécessaires d'économiser des millions de dollars en coûts de fonctionnement annuels. Une plate-forme de lancement en mer, réalisée industriellement avec la participation d'entreprises de plusieurs pays, devrait commencer à fonctionner en 1999.

19. On s'attend à une très vive concurrence sur le marché mondial des services de lancement dans les prochaines années, avec la commercialisation de plusieurs lanceurs capables d'emporter des charges admissibles similaires. Jusqu'ici, ce sont des fusées Delta, Atlas et Ariane qui ont été utilisées pour lancer la plupart des charges utiles commerciales, alors que les lanceurs de pays comme la Fédération de Russie, l'Ukraine et la Chine détiennent une part relativement faible du marché mondial, des accords signés avec les États-Unis d'Amérique limitant le nombre de lancements commerciaux que ces pays sont autorisés à effectuer (voir tableau 3).

Tableau 3. Parts de marché d'après le nombre de charges utiles commerciales, 1992-1997
(en pourcentage)

États-Unis d'Amérique	33,0
Arianespace	48,5
Communauté d'États indépendants/Chine	18,5

Source: Département des transports des États-Unis.

20. Alors que la demande actuelle dépasse l'offre, certains analystes prévoient que l'offre de lanceurs deviendra excédentaire lorsque d'autres pays disposant de moyens de lancement accéderont au marché mondial des services de lancement et que le nombre de charges utiles prévues se stabilisera entre 2002 et 2006. Cela étant, le nombre de charges utiles devant être mises sur orbite a été invariablement sous-estimé et il se peut que la mise au point de nouvelles applications stimule la demande de services de lancement.

C. Secteur terrien (conception, construction et exploitation des stations au sol)

21. Le secteur terrien, dont dépendent le fonctionnement des systèmes spatiaux et la fourniture des services dans le domaine, est l'un des marchés les plus vastes de l'industrie spatiale. La demande d'installations au sol, de récepteurs mobiles, de combinés téléphoniques, de microstations et de systèmes de réception directe par satellite s'est considérablement accrue au cours des dernières années et, selon les prévisions, elle devrait progresser davantage encore dans l'avenir proche (voir tableau 4). Le secteur terrien non seulement sert à la réception des données transmises ou distribuées par satellite, mais il comporte également d'autres activités et services, tels que l'exploitation et la surveillance des satellites et la réalisation d'essais. Il tire la majeure partie de ses recettes de l'exploitation et de la fabrication de récepteurs et d'émetteurs, tels que stations centrales, microstations, antennes paraboliques à réception directe et téléphones mobiles.

Tableau 4. Chiffre d'affaires correspondant au secteur terrien
(en millions de dollars des États-Unis)

	1995	1996	1997 ^a	1998 ^a	1999 ^a	2000 ^a
Équipements au sol	10 740	11 330	12 830	14 450	15 670	17 240

	1995	1996	1997 ^a	1998 ^a	1999 ^a	2000 ^a
Exploitation de la navette spatiale	3 176	3 144	3 151	2 998	3 019	2 979
Autres activités	7 208	7 275	7 218	7 448	7 401	7 380

Source: *State of the Space Industry: 1997 Outlook*.

^aPrévision.

22. Depuis quelques années, les microstations et les antennes à réception directe sont les deux produits phares de ce secteur. Les réseaux de microstations relient les usines au siège des entreprises, les magasins aux centrales d'achats et les équipements de service client à distance aux installations centrales de traitement des données. Les institutions financières s'en servent de plus en plus pour relier leurs succursales aux ordinateurs centraux. Si les premiers utilisateurs ont été de grandes sociétés qui voulaient assurer la transmission de la voix, de données et d'images, les petites entreprises et les consommateurs se mettent eux aussi à acheter des microstations terrestres. Grâce aux satellites plus perfectionnés, aux équipements terrestres moins coûteux et aux logiciels plus performants, les services de transmission par microstation peuvent rivaliser avec les services fournis par les lignes commutées. Les ventes de microstations devraient, selon les prévisions, augmenter de 62 % dans le monde entre 1995 et 2001. En Asie et dans le Pacifique, le taux de croissance devra presque tripler. En Amérique du Nord, où les ventes sont estimées à 88 millions de dollars des États-Unis, la progression devrait être légèrement inférieure à 40 %. En Europe, le marché devrait doubler, tandis qu'en Amérique latine, la demande devrait être multipliée par près de 2,5. La mise en place prévue de réseaux maillés bidirectionnels interactifs de microstations pourrait accélérer la croissance.

23. De tous les produits de l'électronique grand public, ce sont les antennes de réception des signaux numériques émis par des satellites de radiodiffusion directe qui enregistrent la plus forte croissance, principalement aux États-Unis et en Europe. À l'échelle mondiale, on s'attend à une progression considérable de la fabrication et des ventes de ces équipements entre 1997 et 2000, avec la mise sur orbite prochaine de satellites de radiodiffusion directe au-dessus de l'Amérique latine, de l'Asie et du Pacifique ainsi que du Moyen-Orient. Les ventes devraient quadrupler pendant cette période.

24. À partir de 1998, la vente de terminaux mobiles et de combinés téléphoniques pour la transmission et la réception de signaux provenant de constellations de satellites à orbite terrestre basse devrait procurer de nouvelles recettes substantielles. Les ventes de combinés et terminaux mobiles de télécommunications personnelles fonctionnant à partir de différents systèmes de satellites à orbite terrestre basse et moyenne devraient rapporter des centaines de millions de dollars sur cinq ans.

25. Les stations au sol, qui contrôlent les satellites et les flux de données qu'ils transmettent, constituent l'un des secteurs les plus importants de l'industrie spatiale. Bien que le nombre de satellites et de stations au sol augmente, le marché des opérations au sol est stagnant car la meilleure qualité du matériel informatique et des logiciels disponibles dans le commerce permet d'exploiter les satellites sur place et avec plus d'efficacité.

D. Télécommunications*

26. Le marché des satellites de télécommunications est certainement le marché de l'espace le plus développé. Selon certaines estimations, il y aurait entre 1996 et 2006 un marché mondial de 262 à 313 satellites géostationnaires commerciaux de télécommunications d'une valeur totale de 23,8 à 28,7 milliards de dollars des États-Unis. Il faudrait y ajouter les constellations de satellites sur orbite terrestre basse et moyenne utilisées pour la téléphonie mobile et

*On trouvera des informations détaillées concernant les services et applications dans le domaine des télécommunications par satellite dans le document d'information n° 5, intitulé "Communications spatiales et leurs applications" (A/CONF.184/BP/5).

les applications multimédia. Du fait de la déréglementation des télécommunications mondiales, les systèmes à satellites actuels et futurs ouvrent des perspectives sans précédent pour le marché des services de télécommunications par satellite et de larges possibilités de croissance (voir tableau 5).

27. Étant donné leurs avantages sur le plan des coûts et de la performance qui leur permettent de fournir de multiples services mondiaux et mobiles, les télécommunications par satellite représentent désormais une part essentielle du marché mondial des télécommunications qui atteint 550 milliards de dollars des États-Unis. La transmission de services de téléphonie internationale, l'interconnexion des réseaux téléphoniques nationaux et la distribution de signaux vidéo aux cablo-opérateurs et pour des sociétés de télévision sont pour le secteur une source essentielle de recettes. Le développement de ces activités dans le monde entier, conjugué à de nouveaux services exigeant un étalement des largeurs de bande et la capacité d'être presque immédiatement opérationnels dans à peu près tous les pays, fera rapidement tripler les recettes que procure directement la fourniture de ces services pour les porter, selon les estimations, à quelque 29 milliards de dollars des États-Unis d'ici à l'an 2000.

Tableau 5. Recettes de certains secteurs du marché des télécommunications
(en millions de dollars des États-Unis)

	1995	1996	1997 ^a	1998 ^a	1999 ^a	2000 ^a
Services fixes par satellite – location de transpondeurs	4 300	5 000	5 775	6 584	7 505	9 000
Services mobiles par satellite	780	850	1 450	2 400	4 500	8 000
Services de radiodiffusion directe	1 800	2 856	4 600	6 800	9 400	12 000

Source: *State of the Space Industry: 1997 Outlook*.

^aPrévision.

28. Un autre service stimulant le marché des télécommunications est celui des satellites de radiodiffusion directe. Dans le monde, les services de télévision par satellite de radiodiffusion directe devraient permettre de répondre aux besoins de plus de 800 millions de foyers équipés d'un téléviseur et de plus de 2 milliards de personnes qui ne le sont pas encore.

29. Face à l'augmentation de la demande mondiale de services mobiles par satellite, en particulier dans les pays en développement qui ne disposent souvent d'aucune infrastructure téléphonique terrestre adaptée, il est prévu de mettre en place des systèmes de satellites sur orbite terrestre basse et moyenne pour compléter les services de communications fournis par les satellites géostationnaires. La mise au point et l'exploitation commerciale de services mobiles par satellite devraient remodeler profondément le marché, en abaissant les coûts d'accès et en augmentant la capacité globale.

30. Ces systèmes proposeront les trois types de services d'application: a) des services de communications personnelles mondiales à l'aide de téléphones cellulaires/par satellite monomode ou double mode; b) la transmission différée de messages à l'aide de terminaux mobiles de traitement des données; et c) des applications fixes, telles que les "téléphones de village", dans les pays en développement et les marchés émergents. Ils offriront également de nombreuses possibilités pour des applications commerciales telles que le repérage et la surveillance de flottes et de cargaisons, une messagerie à faible coût pour les sauveteurs, le transfert de données à partir de dispositifs automatisés télécommandés (par exemple, les stations de surveillance automatique des oléoducs et les plates-formes automatisées servant à recueillir des données environnementales et météorologiques dans les zones rurales) et la récupération de biens volés.

31. Avec, selon les estimations, 5 milliards d'utilisateurs, le marché des télécommunications par satellite a d'amples perspectives de croissance. Le déploiement de nouveaux satellites géostationnaires et de nouvelles constellations de satellites sur orbite terrestre basse permettra d'accéder à des services téléphoniques bon marché même dans les régions les plus reculées du monde, ce qui générera de nombreux services commerciaux dans des domaines tels que la téléphonie, le transfert de données à grande vitesse, l'accès à Internet, la télémédecine, le téléenseignement, la télébanque, les communications d'urgence, la distribution de signaux vidéo aux cablo-opérateurs et sociétés de télévision et d'autres applications multimédia, faisant ainsi des autoroutes mondiales de l'information une réalité.

32. L'utilisation des télécommunications par satellite pour le développement durable, la formation et l'enseignement de masse est un aspect socialement important du marché des télécommunications. Les vastes connaissances acquises par des pays comme le Brésil, la Chine et l'Inde, grâce aux expériences qu'ils ont faites dans les domaines, montrent les perspectives offertes aux pays en développement par les systèmes de télécommunications par satellite.

E. Télédétection et systèmes d'information géographique *

33. La télédétection et les systèmes d'information géographiques (SIG) sont probablement, après les télécommunications, parmi les applications commerciales les plus importantes de l'industrie spatiale (voir le tableau 6). Les données obtenues par télédétection sont largement utilisées pour l'agriculture, l'urbanisme, la gestion de l'environnement, la sylviculture, la gestion des ressources naturelles et pour beaucoup d'autres domaines encore. Avec le lancement attendu de 20 nouveaux satellites de télédétection d'ici à 2002, on disposera de moyens considérablement accrus pour recueillir des données. Les nouveaux systèmes seront dotés de détecteurs qui permettront aux utilisateurs d'obtenir une résolution spatiale descendant jusqu'à un mètre. Parallèlement, d'autres facteurs stimuleront l'industrie, tels que l'accroissement à bon prix de la puissance de calcul et de la capacité de compression des données et l'accroissement corrélatif de la complexité d'applications à bon prix adaptées aux besoins spécifiques des utilisateurs, et des logiciels plus conviviaux.

Tableau 6. Chiffre d'affaires généré par la télédétection et les systèmes d'information géographiques
(en millions de dollars des États-Unis)

	1995	1996	1997 ^a	1998 ^a	1999 ^a	2000 ^a
Télédétection	535	611	698	838	1 048	1 234
Systèmes d'information géographique	1 200	1 428	1 699	2 022	2 406	2 864

Source: *State of the Space Industry: 1997 Outlook*

^aPrévision.

34. On estime que les activités de télédétection représentent, pour chaque segment du marché spatial mondial, les montants suivants:

a) De 580 à 620 millions de dollars des États-Unis par an pour la construction de satellites, y compris les engins et charges utiles destinés à la météorologie et à la télédétection;

b) De 230 à 250 millions de dollars des États-Unis par an, financés par les agences spatiales, pour le lancement de satellites;

*On trouvera des informations détaillées concernant les applications dans les domaines de la télédétection et des systèmes d'information géographique dans le document d'information n° 3, intitulé "Gestion des ressources de la Terre" (A/CONF.184/BP/3).

c) 60 millions de dollars des États-Unis par an pour la vente de données brutes exploitées essentiellement dans des buts commerciaux, pour un prix qui peut être calculé de diverses manières, qu'il corresponde au coût marginal de la reproduction, à un transfert progressif des coûts d'exploitation vers les utilisateurs ou, à plus long terme, au coût du renouvellement du satellite;

d) De 280 à 300 millions de dollars des États-Unis par an pour la fabrication d'équipements au sol servant à la réception, au stockage et au traitement des données recueillies par satellite;

e) De 830 à 850 millions de dollars des États-Unis par an pour la distribution, le traitement et l'interprétation des données, ainsi que pour la vente, essentiellement par des entreprises privées, de produits et services à valeur ajoutée à des organismes publics, semi-publics et de type coopérative s'occupant de lutte contre la pollution, d'agriculture, d'infrastructures de services publics, d'urbanisme, de zonage et de gestion de l'eau.

35. Au cours des dix prochaines années, on s'attend à voir ce marché tripler voire quintupler, selon la manière dont évolueront certains secteurs prometteurs (immobilier, services publics, services juridiques, assurance, agriculture de précision et télécommunications, par exemple) que les fournisseurs de produits et services à valeur ajoutée spécialisés devraient de plus en plus considérer comme autant de créneaux commerciaux. L'expansion du marché sera également tributaire de la transformation du système actuel de distribution des données et produits en systèmes orientés vers des solutions, capables de desservir un plus grand nombre d'entreprises publiques et privées s'occupant de promotion immobilière, des pertes provoquées par des catastrophes, de l'assurance-récolte, de petits projets, d'évaluation de l'environnement, de la récupération de terres incultes, d'infrastructure et des services publics, et qui ont les moyens de payer beaucoup plus pour des services à valeur ajoutée.

36. Les SIG sont des outils qui servent à évaluer, à intégrer et à distribuer de grandes séries de données géoréférencées. Du fait qu'ils sont capables de combiner des données provenant de sources multiples (imagerie satellite, cartes numérisées, données des services de recensement, données relatives à la composition des sols, à la végétation, aux systèmes d'alimentation en eau, etc.) afin de produire une image générale de la situation pour une zone donnée, les SIG sont devenus extrêmement précieux pour de nombreuses applications, allant de l'analyse des entreprises et des marchés à la planification de la gestion des catastrophes, la surveillance de l'environnement ou encore l'urbanisme.

37. À l'origine, l'utilisation des SIG était limitée aux gouvernements, aux universités et aux grandes entreprises qui avaient les moyens de se doter de l'infrastructure nécessaire (logiciels et matériel coûteux et sophistiqués) ainsi qu'aux chercheurs et aux spécialistes. Avec les progrès de la technologie, des logiciels pour ordinateurs individuels ont été commercialisés, ce qui a ouvert le marché du SIG dans le monde entier à toute une série de nouveaux utilisateurs, principalement de petites et moyennes entreprises. Stimulé par une demande croissante de services et de logiciels, ce marché pourrait atteindre 5 milliards de dollars des États-Unis d'ici à l'an 2000.

F. Systèmes de navigation *

38. Depuis 1993, année où le système mondial de localisation (GPS) a été déclaré opérationnel, le seul marché des équipements GPS, qui était d'environ 0,5 milliard de dollars des États-Unis, est passé à 2 milliards en 1996, et il devrait atteindre 6 à 8 milliards en l'an 2000. Les applications les plus exigeantes du point de vue performances et fiabilité (applications militaires, aviation et marine) représentent les parts de marché les plus faibles (2 à 5 % du total chacune), tandis que la part de marché des applications civiles au sol, qui atteint déjà 90 % du total, continuera d'augmenter. Les nouvelles applications commerciales et les nouveaux services proposés sont très variés; ce sont, entre autres, les systèmes de navigation pour l'automobile, l'assistance en cas d'urgence, la géodésie, les SIG et

* On trouvera des informations détaillées sur les applications dans le domaine des systèmes de navigation dans le document d'information n° 4 intitulé "Systèmes de navigation et de localisation par satellite" (A/CONF.184/BP/4).

l'ingénierie de précision. Une telle expansion du marché a été rendue possible grâce à l'amélioration spectaculaire des performances des GPS, obtenue par le recours à des systèmes locaux ou régionaux qui transmettent des corrections, et par la chute des prix des équipements GPS. Le GPS est donc en voie de devenir une technologie clef, qui entraîne le marché en proposant des données de localisation exactes, en temps réel et pouvant être intégrées à d'autres types d'information.

39. L'avenir des GPS repose de plus en plus sur le marché. En fait, tout laisse penser que ces systèmes cesseront d'être des dispositifs autonomes pour devenir des équipements de série intégrés dans divers produits multifonctionnels tels que les appareils de communication sans fil, ce qui créera un énorme marché sur lequel le prix de vente moyen d'un récepteur ne sera plus que d'une centaine de dollars.

G. Fabrication et transformation dans l'espace

40. La fabrication dans l'espace consiste à tirer profit de la quasi-impesanteur et du vide environnant pour produire, transformer et fabriquer des matériaux à des fins commerciales. Cette définition très vaste englobe des activités touchant à l'industrie et à la recherche, telles que la production en impesanteur d'alliages, de plastique ou de verres, la transformation et l'analyse de matières organiques, ainsi que l'étude de la physiologie et du comportement des êtres humains, des animaux et des végétaux dans cet environnement tout à fait particulier qu'est l'espace. Bien qu'il offre une multitude de nouvelles possibilités et de nombreux débouchés potentiels à l'industrie et aux entreprises, l'espace est encore perçu par beaucoup comme la dernière frontière et non comme un marché prêt à se développer. Cette opinion est renforcée par le coût gigantesque des infrastructures spatiales actuelles comme, par exemple, le coût du kilogramme lancé, le coût de l'électricité produite dans l'espace, les frais de lancement et les frais liés aux impératifs de sécurité.

41. Les conditions de quasi-impesanteur qui n'existent qu'à bord d'un satellite ou d'un engin en orbite permettraient aux entreprises industrielles de fabriquer de nouveaux matériaux, l'absence de gravité rendant possible la réalisation de mélanges parfaitement homogènes de matériaux ayant des masses et des densités très différentes. Les alliages ainsi obtenus posséderaient des propriétés physiques qui ne pourraient pas être reproduites sur Terre et pourraient servir à fabriquer des ordinateurs bien plus rapides, des batteries plus petites et beaucoup plus puissantes pour équiper les voitures électriques de demain ainsi qu'un grand nombre d'autres produits nouveaux. Pour que cet énorme marché potentiel se développe, il faut que le coût des infrastructures de base nécessaires diminue de façon considérable.

42. La station spatiale internationale, qui deviendra opérationnelle au début du prochain siècle, offrira de nouveaux moyens pour mener des expériences automatisées ou réalisées par l'homme. Toutefois, avec son espace limité, son personnel réduit et le retard accumulé dans les expériences scientifiques, elle devrait engendrer moins de retombées commerciales que les engins automatiques réutilisables grâce auxquels il est également possible de faire des expériences.

43. Les gouvernements devraient s'employer davantage à promouvoir, attirer et aider la présence du secteur privé dans le domaine spatial.

H. Autres et futurs créneaux commerciaux

44. De nombreuses idées et stratégies ont été proposées et, dans certains cas, appliquées afin de tirer partie des perspectives intéressantes du marché de l'espace. Ainsi, la publicité et les services funèbres dans l'espace ont déjà fait leur apparition sur le marché. Le tourisme spatial pourrait également être un marché viable pour des industries spatiales nouvelles, à condition de réduire considérablement le coût des infrastructures spatiales et d'améliorer la sécurité.

45. Une autre activité spatiale pouvant être rentable serait l'élimination des déchets nucléaires et autres produits dangereux. L'élimination des déchets dangereux est depuis longtemps un problème pour les gouvernements et les entreprises. Avec la mise au point de nouvelles techniques et la baisse des coûts, le transport des produits dangereux vers des endroits reculés de l'espace pourrait devenir une solution réaliste et souhaitable. L'espace pourrait également être l'endroit idéal pour mettre sur orbite des plates-formes qui serviraient à transmettre de l'énergie électrique vers la Terre et vers les installations de transmission des hyperfréquences. Ce serait là un moyen nouveau et sans danger du point de vue écologique de produire et de transmettre de l'électricité.

46. Toutefois, la réduction au minimum des coûts est une condition fondamentale à la mise en place de tous ces projets novateurs, ce qui fait de l'efficacité, de l'économie et de la rentabilité des préoccupations prioritaires.

III. DÉBOUCHÉS SECONDAIRES

A. Services d'appui

47. Le secteur des services d'appui comprend toute une gamme de services, tels que l'ingénierie, l'appui technique, les conseils aux entreprises, les services financiers et juridiques, l'assurance spatiale et les publications (voir tableau 7).

Tableau 7. Chiffre d'affaires généré par les services d'appui
(en millions de dollars des États-Unis)

	1995	1996	1997 ^a	1998 ^a	1999 ^a	2000 ^a
Services spécialisés ^b	1 321	1 227	1 228	1 188	1 152	1 115
Services financiers	–	1 250	750	1 100	950	875
Assurance spatiale	849	796	1 030	950	1 075	1 150
Publications	12	13	14	14	15	16

Source: *State of the Space Industry: 1997 Outlook*.

^aPrévision.

^bLa tendance à la baisse s'explique principalement par la diminution enregistrée au niveau des services spécialisés relatifs à l'aide aux gouvernements en matière de gestion générale.

1. Services spécialisés

48. La sophistication et la complexité des nouveaux produits et services proposés par l'industrie spatiale ont généré une demande de services d'ingénierie et de services techniques spécialisés qui fournissent des solutions intégrées, incorporant diverses technologies. De nouvelles entreprises s'emparent de divers créneaux commerciaux pour répondre à la demande de consultants expérimentés et de services commerciaux. En outre, un certain nombre d'entreprises se spécialisent dans l'appui aux organismes publics dans différents domaines.

49. Les frais liés à la préparation des contrats, aux activités commerciales et à la délivrance des licences réglementaires pour les satellites et les lanceurs devraient augmenter proportionnellement au nombre de nouvelles entreprises commerciales. On prévoit une progression d'environ 10 % par an.

2. Assurance spatiale

50. Les assurances spatiales, auxquelles souscrivent des organismes de différents pays, couvrent la perte d'engins et de charges utiles, les dommages subis par les installations de lancement, et la responsabilité civile. L'assurance souscrite pour les engins et les charges utiles couvre la valeur du lanceur et de l'engin depuis le lancement jusqu'aux premières étapes du fonctionnement voire, éventuellement, les opérations commerciales en orbite.

51. En 1996, les primes d'assurance pour les lancements ont représenté 15 à 18 % de la valeur assurée et ont procuré des recettes brutes approchant les 800 millions de dollars des États-Unis. Les versements pour échecs de lancement ont totalisé 508 millions de dollars, de sorte que le secteur a dégagé un bénéfice brut de 288 millions de dollars. Avec l'accélération attendue du rythme des lancements au cours de la période 1997-2000, les primes d'assurance devraient dépasser 1 milliard de dollars des États-Unis par an.

3. Services financiers

52. L'industrie spatiale est en train de devenir un secteur de plus en plus important pour ce qui est des services financiers. Les fusions, les acquisitions et la mobilisation de fonds pour de nouvelles entreprises donnent lieu à de nombreuses transactions. Selon les analystes, les recettes ont fait un bond spectaculaire en 1996 à la suite de l'augmentation du nombre d'introductions en bourse, des transactions avec des organismes réglementaires nationaux et des fusions. Ces recettes devraient fluctuer d'une année sur l'autre, tout en restant à un niveau beaucoup plus élevé qu'au début des années 90.

4. Publications

53. Les activités de développement des entreprises sont tributaires de l'information. Il existe, pour répondre à ce besoin, un grand nombre de publications qui traitent de l'actualité, des opportunités, des nouvelles dispositions légales et réglementaires et du transfert de technologie dans le domaine de l'industrie spatiale. Des bulletins d'information spécialisés sont en outre publiés pour informer l'industrie et le marché des créneaux techniques et commerciaux.

B. Transfert de technologie spatiale et activités dérivées

54. Les changements politiques, économiques et technologiques mondiaux dont il est question dans l'introduction du présent document ont transformé l'environnement dans lequel opère l'industrie spatiale. En effet, les techniques spatiales ne sont plus un moyen d'acquérir une suprématie politique, mais constituent plutôt un atout économique et une source de savoir-faire extrêmement précieuse qu'utilisent à travers le monde, par le biais d'un processus de transfert massif, des milliers d'entreprises pour mettre sur le marché de nouveaux produits, procédés et services à des prix plus compétitifs.

55. Les retombées indirectes des applications des techniques spatiales, et que l'on tenait auparavant pour des sous-produits de la recherche-développement, sont de plus en plus considérées comme des retombées primaires pouvant constituer un élément essentiel de la politique industrielle et influencer de façon considérable sur le développement des nouveaux marchés, sur la croissance économique et sur la création ou l'économie d'emplois. Les secteurs industriels, qui étaient quasi indépendants en ce qui concerne la technologie, sont de plus en plus demandeurs de techniques, de procédés et de matériaux nouveaux nés de l'industrie spatiale. En outre, ceux qui, dans les entreprises, sont chargés de la recherche de pointe, constituent un atout précieux, et pas seulement pour les activités spatiales. Autrement dit, les retombées indirectes des applications des techniques spatiales peuvent également être les objectifs prioritaires d'une stratégie industrielle d'entreprise.

56. Les programmes concernant le transfert de technologie et les activités dérivées (produits et procédés qui sont apparus comme étant des applications secondaires des techniques spatiales) élaborés par les agences spatiales nationales et internationales sont désormais conçus dans une optique commerciale, qui tient compte de la demande et vise des segments du marché bien déterminés. Aussi, les techniques spatiales ne sont-elles plus assimilées à des produits et des procédés de luxe, mais plutôt à un réservoir de solutions potentielles pour l'industrie. Une telle évolution suppose bien entendu un degré important d'interaction entre celui qui met la technologie au point et celui qui bénéficie du transfert, ainsi qu'une politique gouvernementale bien définie et des infrastructures organisationnelles solides.

57. Des milliers de produits dérivés sont le résultat de l'application de techniques spatiales dans des domaines tels que la valorisation des ressources humaines, la surveillance de l'environnement, la gestion des ressources naturelles, la santé publique, la médecine, la sécurité publique, les télécommunications, l'informatique et les techniques de l'information, la productivité industrielle, les techniques de fabrication et les transports (voir le tableau 8). Ensemble, le transfert de technologie et les produits et procédés dérivés de l'application des techniques spatiales fournissent une contribution importante à l'économie nationale, à la création de nouveaux emplois et à la productivité industrielle. Ils représentent également des dividendes substantiels des investissements nationaux réalisés dans la recherche aérospatiale.

58. Ces retombées engendrent tant d'activités et de produits dérivés qu'il est impossible de calculer avec exactitude leur impact économique. Le temps relativement long nécessaire à un transfert de technologie (de deux à sept ans en général) permet difficilement aussi de déterminer l'effet sur les recettes globales annuelles de ces techniques dérivées. À cet égard, il est extrêmement important, pour faciliter le processus de transfert, de mettre au point une méthode quantitative et qualitative pour mesurer systématiquement l'utilité des programmes d'exploitation des retombées (résultats obtenus et efficacité). De telles mesures permettraient ensuite d'améliorer le fonctionnement

et les objectifs des programmes. Les réductions budgétaires auxquelles procèdent aujourd'hui de nombreux pays sont une raison supplémentaire de recourir à de telles mesures pour justifier et promouvoir des programmes de recherche-développement et des programmes de transfert de technologie.

Tableau 8. Quelques exemples de retombées des techniques spatiales

<i>Environnement</i>	<i>Soins de santé</i>	<i>Productivité industrielle</i>
Détecteurs de gaz dangereux	Systèmes de suivi des patients	Appareils de contrôle des câbles
Dispositifs antipollution	Appareils de radiographie portables	Technologies laser
Aérogénérateurs	Équipement de physiothérapie	Contrôle de la résistance mécanique des agglomérés
Systèmes d'épuration des eaux usées	Appareils dentaires invisibles	Outils de vérification
Logiciel de traitement des images	Nouveaux produits pharmaceutiques	Robotique industrielle
Nettoyage des nappes d'hydrocarbures	Verres résistant aux rayures	Systèmes de commande industrielle
<i>Sûreté publique</i>	<i>Transports</i>	<i>Informatique</i>
Systèmes antifeu	Systèmes de dégivrage des avions	Systèmes experts
Lunettes filtrantes à tubes à rayons cathodiques	Coussins gonflables pour automobiles	Outils logiciels de gestion
Isolation contre les rayonnements	Systèmes antiblocage pour automobiles	Systèmes d'acquisition de données
Techniques de réduction du bruit	Équipements de vérification de la compatibilité électromagnétique	Logiciel exempt d'erreurs
Systèmes de surveillance de la circulation		Appareils de compactage d'images
<i>Matériaux de pointe</i>	<i>Bâtiment</i>	<i>Produits domestiques et de consommation courante</i>
Matériaux composites	Revêtement isolant	Systèmes d'éclairage à redondance
Lubrifiants secs	Levés précis	Conservation des œuvres d'art
Revêtements en téflon et non adhésifs	Amélioration de la conception/ fabrication assistée par ordinateur	Bandes Velcro
Revêtements réfractaires	Structures légères	Outils sans fils
Revêtements métalliques	Logiciels d'analyse	Boissons à l'orange Tang
Appareils de chauffage de plasma	Raccords de tuyauteries	Filtres à eau

1. Stratégies de transfert de technologie

59. Les approches qu'adoptent les organismes gouvernementaux et les secteurs industriels du monde entier pour leurs programmes de transfert de technologie peuvent être classées en trois grandes catégories: la stratégie de poussée technologique, la stratégie d'entraînement par le marché et la stratégie interactive, qui constituent les principales stratégies d'innovation donnant lieu à des retombées.

a) *Stratégie de poussée technologique*

60. Cette stratégie est apparue dans les années 60-70, lorsque l'industrie spatiale s'est vue donner pour tâche prioritaire de recenser les savoir-faire, l'expertise et les produits qui pourraient faire l'objet d'un transfert pour des applications autres que spatiales. En d'autres termes, le processus d'innovation était "poussé" sur le marché par la recherche-développement, les tenants de cette thèse étant convaincus qu'il suffisait d'augmenter les crédits destinés à la science pour accélérer le développement économique. Cette stratégie, dans laquelle un produit ou une technologie donnés devait se chercher une application particulière, a souvent été la source de difficultés. Dans certains cas, le produit ne correspondait à aucun besoin du marché; dans d'autres, il correspondait à un besoin réel, mais le coût d'adaptation de la technologie spatiale devenait trop élevé. Le niveau de risque inhérent à de nombreuses techniques spatiales a souvent découragé les éventuelles entreprises bénéficiaires du transfert d'investir en vue de les adapter.

b) *Stratégie d'entraînement par le marché*

61. Par la suite, l'industrie spatiale a mis au point une stratégie d'"entraînement par le marché" qui, partant de la demande potentielle du consommateur, étudie de façon systématique les besoins du marché. L'objectif est ensuite de trouver la ou les techniques appropriées susceptibles d'offrir une solution aux problèmes industriels, économiques, sociétaux ou autres. Une telle approche, qui privilégie le rôle du marché, a l'avantage de s'appuyer sur la demande et sur des segments du marché bien définis. Le processus nécessite bien entendu des contacts étroits entre celui qui met la technologie au point et celui qui bénéficie du transfert. Cette approche correspond à une stratégie de "satisfaction du marché" qui amène les industries spatiales à acquérir une connaissance approfondie des besoins et des problèmes du marché grâce à des contacts directs entre spécialistes des deux secteurs.

c) *Stratégie interactive*

62. La stratégie interactive, aussi appelée modèle d'innovation "en chaîne", met l'accent sur l'importance des liens entre la science, la technologie et le marché. Elle relie la science et le marché au moyen d'une boucle de rétroaction. L'idée est de satisfaire les besoins de transfert de technologie en abordant le problème par ses deux aspects, c'est-à-dire en encourageant à la fois la "poussée technologique" et "l'entraînement par le marché". Cette stratégie se caractérise par le fait qu'à chaque étape, il y a accès à la base de connaissances et interaction avec cette base, chacune des parties est davantage responsable de l'élément de projet dont elle a la charge, et il y a une plus grande communication entre les intéressés.

2. Mécanismes de transfert de technologie

63. Le succès d'un transfert de technologie et des retombées de la technologie spatiale suppose des méthodes adaptées et une infrastructure, ainsi qu'une politique clairement définie et le soutien du gouvernement. Les principaux mécanismes utilisés pour le transfert de technologie et pour l'exploitation des retombées sont résumés ci-dessous. On notera que pour mettre en place une infrastructure efficace de transfert de technologie, il faut faire appel, non pas à un seul, mais à plusieurs d'entre eux.

a) *Structure organisationnelle*

64. La structure des agences et de l'industrie spatiale peut soit encourager, soit décourager le transfert de technologies. Les services de transfert et/ou de commercialisation de la technologie créés au sein d'agences spatiales nationales constituent un bon exemple de mécanisme contribuant avec succès au transfert de technologie et à l'exploitation des retombées. Les agences disposant d'une structure spécialisée pratiquent le transfert de technologie avec un succès indéniable. Des organismes cadres chargés de promouvoir le transfert de technologie entre divers secteurs pourraient aussi être mis en place. Le rôle des services de transfert, des organismes cadres et des courtiers en technologie peut s'avérer extrêmement complexe, suivant la structure de l'organisation, le rôle qui lui est confié et la marge de manœuvre qui lui est accordée.

b) Mécanismes contractuels

65. Les mécanismes contractuels destinés à favoriser le transfert de technologie sont relativement récents dans le secteur spatial et supposent une politique spatiale nationale ou internationale appropriée. Il s'agit d'encourager des entreprises privées à conclure des accords de coopération avec les agences spatiales en vue de développer commercialement des techniques déjà mises au point par des agences, ou de travailler avec les scientifiques et d'utiliser les installations de recherches de ces agences pour élaborer de nouvelles techniques ou de nouveaux produits. De tels mécanismes peuvent permettre de faire des économies, d'échanger des idées et d'éviter les double emplois. Dans le cadre d'un programme de travail commun, l'élaboration parallèle d'une technique peut aussi déboucher sur une copropriété et sur un partage des bénéfices. Cette approche est également très intéressante pour les petites et moyennes entreprises manquant d'installations et de personnel pour la recherche-développement.

c) Techniques de vente et études de marché

66. Les techniques de vente font partie intégrante la commercialisation des techniques spatiales et elles sont essentielles pour le transfert de technologie. La demande de technologie est à l'origine de la création de nombreuses entreprises de courtage technologique. Les courtiers jouent le rôle d'intermédiaires, s'occupant essentiellement de mettre en contact celui qui dispose de la technologie et celui qui va bénéficier du transfert, et de les aider autant que possible. La création de sociétés d'exploitation des retombées technologiques est souvent la conséquence directe de l'intervention de telles entreprises de courtage.

67. D'autres techniques de vente sont axées sur la promotion à grande échelle de la technologie, par le biais notamment de manifestations telles que des expositions ou des salons consacrés au transfert de technologie, des campagnes de sensibilisation et des conférences organisées par les agences spatiales, leurs organisations cadres ou des sociétés de courtage. Il existe aussi des moyens plus passifs, comme la diffusion de catalogues de techniques et de bases de données des techniques commercialisables, de magazines et bulletins d'information consacrés au transfert de technologie et aux retombées bénéfiques des techniques spatiales, mais il faut alors que donateurs et destinataires soient activement intéressés et motivés par la recherche des partenaires.

d) Éducation et formation

68. L'un des éléments les plus fondamentaux du transfert de technologie est l'éducation. Les principales agences spatiales organisent des cours de formation pour sensibiliser leurs employés au processus de l'innovation technologique et du transfert de technologie. L'éducation est tout aussi importante dans l'industrie, les instituts de recherche publics et l'ensemble de la population. Ceux qui, professionnellement, participent à la mise au point de techniques à quelque étape que ce soit, doivent savoir comment entreprendre un transfert (acquisition ou promotion); ceux qui ne participent pas à ce processus doivent être mis au fait des avantages que procure le transfert de technologie. Il s'agit avant tout des décideurs et des dirigeants. Quel que soit le public auquel elles s'adressent, l'éducation et la formation sont les moyens de susciter le transfert de technologie et les retombées qui l'accompagnent.

e) Mécanismes de financement

69. Le mécanisme de financement le plus évident est l'octroi de subventions sous diverses formes. Les subventions directes accordées par l'État à la recherche fondamentale font partie intégrante de la stratégie d'innovation fondée sur la "poussée technologique". Diverses incitations financières, sous forme de redevances, peuvent être prévues pour encourager les innovateurs à faire connaître leurs techniques et à les mettre sur le marché. Les avantages fiscaux à l'intention des entrepreneurs et des innovateurs, les aides et le financement aux conditions du marché sont des exemples d'autres mécanismes.

3. Questions juridiques liées au transfert de technologie et à l'exploitation des retombées

70. La question la plus importante concernant le transfert de technologie est celle des droits de propriété intellectuelle, aucun transfert ne pouvant avoir lieu efficacement sans protection juridique raisonnable. Transférer une technologie ou octroyer une licence pour son exploitation n'a pas de sens si les concurrents ont la possibilité de copier ladite technique et de la mettre sur le marché avant le bénéficiaire. Il faut donc qu'une technique soit protégée avant d'être transférée. Elle peut l'être de deux façons: par un brevet ou par un secret de fabrique. Il y a deux raisons de choisir cette dernière solution: d'une part, toutes les techniques ne peuvent être brevetées; d'autre part, pour une technologie à durée de vie courte, il peut être plus rentable de garder l'invention secrète. Le brevet reste cependant le moyen de protection le plus répandu.

71. Il faut généralement que trois conditions soient réunies pour l'obtention d'un brevet: l'invention doit être inédite, utile et n'allant pas de soi. Bien que les conditions soient très voisines dans le monde entier, deux systèmes administratifs coexistent pour l'octroi des licences: le principe du "premier à déposer" appliqué dans la plupart des pays industrialisés et le principe du "premier à inventer" en vigueur aux États-Unis d'Amérique. Le brevet confère des droits de caractère monopolistique pour l'exploitation d'une invention pendant une durée déterminée. D'un autre côté, il a l'inconvénient d'être coûteux à obtenir et à conserver, ce qui constitue un obstacle à une bonne protection juridique et, partant, au transfert de technologie. Toutefois, le ton donné par l'Accord sur les aspects des droits de propriété intellectuelle qui touchent au commerce, y compris le commerce des contrefaçons, qui a institué un système de demande de brevets provisoire, suscite certains espoirs à cet égard.

72. Une fois l'invention brevetée et le bénéficiaire potentiel trouvé, il faut choisir la forme d'accord de licence appropriée. Il existe, suivant la situation du marché et les objectifs commerciaux des parties à la transaction, une vaste gamme de régimes de licence (licence exclusive ou non, restrictions quant à la portée territoriale, à la durée ou au domaine d'application, etc.) influenceront sur les relations entre le cédant et le concessionnaire de la licence.

73. Un autre point litigieux touchant la coopération internationale en matière de transfert de technologie et de retombées est la pratique qui consiste à conclure des accords bilatéraux ou multilatéraux au lieu d'adhérer aux traités internationaux existants, alors même que lesdits accords ne sont pas toujours conformes à ces traités. Certains pays, dont des pays en développement, considèrent qu'une telle approche accélérerait et rendrait plus souple le processus de transfert.

IV. ÉVALUATION

74. Depuis la Conférence UNISPACE 82, la commercialisation des activités spatiales est devenue un processus irréversible qui prend une ampleur croissante. Le nouvel environnement politique et économique a permis d'orienter les ressources de l'industrie spatiale vers des créneaux commerciaux. La mutation se poursuit, qui fait passer une industrie impulsée par l'État et définie par des projets à une industrie où le rôle de l'État s'amenuise et où ce sont principalement les forces du marché qui dictent la croissance.

75. Ce processus permet aux pays industriels et aux pays en développement de profiter de cette situation, grâce à un renforcement de l'économie, à l'apparition de nouveaux marchés, à la création d'emplois, à des possibilités d'éducation et à un niveau de vie plus élevé. Pour les pays en développement, l'exploitation commerciale des techniques spatiales peut également offrir de nouvelles chances de rattraper les pays industriels. Pour continuer sur cette lancée, il est extrêmement important qu'un climat de coopération s'instaure et soit encouragé entre le gouvernement et l'industrie, entre la recherche et le marché, et entre les pays industriels et les pays en développement.

76. Lorsque l'on considère les nombreuses applications bénéfiques des techniques dérivées des activités spatiales qui sont susceptibles de répondre aux besoins de la société à l'échelle mondiale (préoccupations environnementales,

gestion des mégalo­poles, besoins croissants de sécurité, etc.), on notera que l'espace peut largement contribuer, en association avec d'autres secteurs, à trouver des solutions mondiales.