



Assemblée générale

Distr. GÉNÉRALE

A/AC.105/684

23 décembre 1997

FRANÇAIS

Original : ANGLAIS

COMITÉ DES UTILISATIONS PACIFIQUES
DE L'ESPACE EXTRA-ATMOSPHERIQUE

**RAPPORT DE L'ATELIER DES NATIONS UNIES SUR LES TECHNIQUES
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS SPATIALES AU SERVICE DU RENFORCEMENT
ET DE LA CRÉATION DE CAPACITÉS, ORGANISÉ EN COOPÉRATION
AVEC LE GOUVERNEMENT ISRAËLIEN ET À SON INVITATION**

(Haïfa, Israël, 21-25 septembre 1997)

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Paragraphes</i>	<i>Page</i>
INTRODUCTION	1 - 9	2
A. Origine et objectifs	1 - 5	2
B. Organisation et programme de l'Atelier	6 - 9	2
I. OBSERVATIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'ATELIER	10 - 26	3
A. Observations	10 - 21	3
B. Recommandations	22 - 26	4
II. RÉSUMÉ DES EXPOSÉS	27 - 114	5
A. Communications et radiodiffusion par satellite au service du développement ...	27 - 47	5
B. Nouveaux systèmes mondiaux de communications par satellite et de systèmes stratosphériques	48 - 88	8
C. Systèmes à satellites régionaux/nationaux	89 - 96	14
D. Technologie avancée dans le domaine des communications	97 - 103	16
E. Règlements	104 - 106	17
F. Exemples d'applications des satellites de télécommunications dans les infrastructures de télécommunications des pays en développement	107 - 114	17

INTRODUCTION

A. Origine et objectifs

1. Dans sa résolution 37/90 du 10 décembre 1982, l'Assemblée générale a approuvé les recommandations¹ de la deuxième Conférence des Nations Unies sur l'exploration et les utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique, et décidé, notamment, que le programme des Nations Unies pour les applications des techniques spatiales devrait, entre autres, diffuser au moyen de réunions de groupes et de séminaires, des informations sur les techniques et les applications nouvelles et de pointe, en particulier au profit des pays en développement.
2. L'Atelier des Nations Unies sur les techniques des télécommunications spatiales au service du renforcement et de la création de capacités était l'une des activités du programme pour 1997, approuvé par l'Assemblée générale dans sa résolution 51/123 du 13 décembre 1996. Il a été organisé en coopération avec le Gouvernement israélien et accueilli en son nom par l'Institut S. Neaman, du 21 au 25 septembre 1997. Les participants venaient de pays développés et de pays en développement.
3. L'objectif de l'Atelier était de monter aux participants, en particulier aux responsables d'organismes de télécommunications, comment les techniques des télécommunications spatiales peuvent favoriser le développement de l'infrastructure des télécommunications et, dans le cas des pays en développement, comment utiliser les télécommunications et la transmission par satellite pour s'intégrer à la société mondiale de l'information.
4. Les exposés ont porté sur l'utilisation des systèmes de communications mondiales par satellite à large bande, les plates-formes à longue durée de vie sur orbite stratosphérique élevée, la radiodiffusion directe par satellite à domicile, les systèmes de microstations terriennes, les systèmes de messagerie non vocale sur orbite terrestre basse, la réglementation et l'utilisation du spectre de fréquences, les communications optiques par satellite, l'alerte par satellite en cas de catastrophe, et les technologies embarquées ainsi que la façon dont ils peuvent servir, ensemble ou séparément, pour améliorer les infrastructures actuelles des télécommunications et fournir à la fois des services téléphoniques de base dans les régions rurales et des services à valeur ajoutée dans des zones à forte densité de population.
5. Le présent rapport, qui rappelle l'origine de l'Atelier en décrit les objectifs et l'organisation, et contient un résumé des exposés présentés ainsi que les observations et les recommandations formulées par les participants, a été rédigé à l'intention du Comité des utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique et de son Sous-Comité scientifique et technique. Les participants rendront compte de celui-ci aux autorités de leurs pays.

B. Organisation et programme de l'Atelier

6. Les 72 participants venaient des pays suivants : Afrique du Sud, Bélarus, Cameroun, Chypre, Estonie, Hongrie, Lettonie, Lituanie, Nigéria, Pologne, République tchèque, Roumanie, Ukraine, Viet Nam, et pour ce qui est des orateurs, de France, des États-Unis d'Amérique, d'Israël, d'Italie et de Russie. Le Bureau des affaires spatiales de l'ONU, l'Union internationale des télécommunications et l'Organisation des communications spatiales (Intersputnik) étaient également représentés.
7. Les participants étaient des spécialistes ayant plusieurs années d'expérience à des postes de direction d'organismes et de sociétés nationaux de télécommunications.
8. Les subventions accordées par l'ONU ont permis de financer les frais de voyage par avion et des indemnités pour 13 participants de 13 pays. Le Gouvernement israélien, par l'intermédiaire de l'Institut S. Neaman a assuré l'hébergement et les repas pour ces participants.

9. Le programme de l'Atelier a été élaboré conjointement par le Bureau des affaires spatiales et l'Institut S. Neaman. Les travaux se sont déroulés en séances plénières et en groupes de travail qui ont permis aux participants d'examiner les questions relatives à l'utilisation des techniques des télécommunications spatiales en vue d'améliorer l'infrastructure des télécommunications. L'Atelier a donné lieu aux observations et recommandations présentées ci-dessous.

I. OBSERVATIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'ATELIER

A. Observations

10. Dans les régions où l'infrastructure des télécommunications est peu développée, les techniques de circuit local sans fils apparaissent de plus en plus comme une solution peu coûteuse aux problèmes du "dernier kilomètre". À l'heure actuelle, ces régions comptent plus de trois milliards d'habitants. La seule façon raisonnable de pénétrer ce marché est d'exploiter conjointement les techniques de transmission sans fils à terre et par satellite.

11. Il est de plus en plus illusoire de croire que des pays en développement ayant un vaste territoire et une faible population se doteront d'un réseau de communications filaire. Il est en revanche probable que les régions isolées à forte densité de population de ces pays utiliseront des liaisons radio ou satellite.

12. Actuellement, les nouveaux systèmes satellites mondiaux qui permettent d'offrir des services de télécommunications à des régions qui ne sont pas encore desservies et de répondre au développement de la demande liée à l'utilisation des ordinateurs suscitent un intérêt considérable. Le coût de tous ces systèmes dépasse probablement le montant de capitaux à risque disponibles, si bien que seule une partie d'entre eux verra effectivement le jour.

13. À la fin de 1996, près de 2 200 réseaux spatiaux, notifiés par 62 administrations (y compris les organisations internationales de satellites), en étaient à l'une ou l'autre étape de leur examen par l'UIT.

14. On estime généralement que les systèmes satellites représentent moins de 3 % en valeur du marché mondial actuel des télécommunications, mais il est probable que leur part représentera entre 5 et 10 % à l'avenir. Les communications par satellite, associées aux techniques sans fils, pourraient jouer un rôle capital dans l'infrastructure des communications mondiales.

15. Le développement le plus important dans la conception des missions des satellites de télécommunications a été, au cours des dix dernières années, le recours à de nouvelles configurations orbitales pour améliorer les angles de visée, accroître les densités d'énergie diffusée, obtenir de nouveaux schémas de couverture, réduire la durée de transmission des signaux et permettre le fonctionnement des terminaux portatifs.

16. Les nouveaux systèmes de communications posaient non seulement des problèmes de financement mais également des défis techniques. Il s'agissait, par exemple, construire des satellites qui, pour la première fois, embarquaient des processeurs compliqués et de grande dimension et de ramener le coût des terminaux terrestres à un niveau raisonnable. Le problème de l'évanouissement des signaux en bande Ka dû à la pluie est important dans certaines parties du monde et peut limiter le type de services qui seront acceptables pour les utilisateurs. On sait que déjà quelques promoteurs repensent la conception de leur système pour réduire les coûts d'entrée sur le marché. Il est également probable que certains de ces promoteurs s'associeront pour réduire le risque commercial lié à leurs projets.

17. Plusieurs technologies d'un intérêt capital sont encore en cours de développement. Il n'existe aucun processeur embarqué capable de traiter toutes les opérations de commutation et d'acheminement pour des milliers d'appels en millisecondes; un système d'antenne active en phase avec formation et localisation de voies par faisceaux

électroniques d'un prix raisonnable, ni satellite automatique fiable et homologué pour le vol, ni plate-forme à longue durée de vie sur orbite stratosphérique élevée qui puisse effectuer ces opérations de façon efficace.

18. Selon des estimations prudentes, les systèmes mobiles par satellite, avec des tarifs de communications qui pourraient être de 1 à 3 dollars par minute, ne rapporteront pas plus de 3 % des recettes totales des systèmes mobiles, tandis que les projections les plus optimistes envisagent des taux de pénétration trois à cinq fois plus élevés. Puisque ces systèmes ne seront pas largement répandus avant la fin de ce siècle, les chiffres réels ne seront pas connus avant un certain temps. Il faudrait avant tout savoir qui, excepté un petit groupe d'hommes d'affaires internationaux, sera prêt à payer plus cher pour être reliés avec le monde entier à partir de n'importe quel point.

19. Les pays en développement craignent que la majorité de leurs citoyens n'aient pas les moyens de payer le surcroît des services mobiles par satellite. D'autre part, ces services devraient être un élément clef des systèmes d'alerte rapide, d'intervention et de secours en cas de catastrophe, et permettre d'établir des communications en cas d'urgence. Ils sont les mieux adaptés en cas de catastrophe parce qu'ils sont les moins exposés.

20. À l'heure actuelle, les États peuvent surveiller ou intercepter les communications téléphoniques sur leur territoire. Les responsables nationaux de la réglementation craignent en particulier que les services mobiles par satellite ne permettent pas aux services de répression de continuer à contrôler les appels.

21. Selon le Règlement des radiocommunications de l'UIT, la procédure de la publication anticipée est la première étape obligée du processus de réglementation. Elle ne donne à l'administration intéressée aucun droit ni aucune priorité. La procédure de coordination est une obligation réglementaire officielle à la fois pour l'administration qui sollicite la coordination et pour l'administration dont les services existants ou futurs peuvent être affectés par de nouvelles assignations. La coordination doit être effectuée avant que les assignations de fréquences en question soient utilisées ou notifiées au Bureau des radiocommunications.

B. Recommandations

22. Les participants ont estimé qu'en raison de l'utilisation toujours croissante de l'orbite et du spectre et de l'encombrement de l'orbite géostationnaire qui en résultera, la Conférence mondiale des radiocommunications de 1997 devrait examiner sérieusement la question de l'accès équitable à ces ressources et de leur utilisation efficace.

23. Pour faciliter la mise en place de systèmes mondiaux de communications par satellite, il convient de renforcer la coopération entre pays industrialisés et pays en développement ainsi qu'entre pays en développement.

24. Il faut également améliorer la politique de tarification des communications par satellite. Les fournisseurs de services locaux, dans les pays, et l'UIT, à l'échelle mondiale, devraient être encouragés à définir des structures tarifaires plus libérales.

25. Les pays en développement devraient accorder un degré élevé de priorité aux applications de la télémédecine et du téléenseignement (en particulier pour leur utilisation dans les régions rurales et isolées qui pourraient être assurées à des prix raisonnables par les futures systèmes de communications par satellite à large bande.

26. Les participants ont noté que la société WorldSpace Inc. était en train de mettre au point, spécifiquement pour les pays en développement, le premier système de radiodiffusion audio numérique par satellite. Néanmoins, le prix proposé pour le récepteur radio numérique ("Starman"), qui est de 200 dollars, sera hors de portée de la plus grande partie de la population de ces pays. Il est donc recommandé de tout mettre en œuvre pour en réduire le coût. Il a également été noté que ce type d'appareil peut être modifié pour un prix raisonnable afin d'y intégrer un dispositif d'alerte en cas de catastrophe et une recommandation en ce sens a été faite au représentant de la société WorldSpace Inc.

II. RÉSUMÉ DES EXPOSÉS

A. Communications et radiodiffusion par satellite au service du développement

27. Dans les dix prochaines années, l'industrie mondiale des télécommunications et, d'une façon générale, l'industrie de l'information évoluera considérablement. La privatisation du secteur public des télécommunications et la déréglementation vont en accélérer le développement et la restructuration.

28. On a généralement défini l'industrie de l'information par la "forme" de l'information et les technologies mises en jeu pour le traitement de chaque forme (images, texte, voix et données audio et vidéo). Chaque technologie doit remplir une série de fonctions (création, diffusion, traitement, stockage et présentation de l'information) pour desservir son marché.

29. C'est clairement le progrès technologique et en premier lieu la diffusion rapide du numérique qui a principalement favorisé la convergence de ces différentes formes d'information. Les mutations spectaculaires intervenues dans les industries de l'informatique et des télécommunications ont elles aussi sans aucun doute contribué.

30. La technologie numérique devrait avoir en permanence de nouvelles applications qui permettront aux multimédias interactifs et à l'information vidéo d'entrer dans tous les foyers soit par voie aérienne grâce aux systèmes satellites ou terrestres, au moyen des câbles en fibre optique et de la télévision par câble, soit même par les câbles coaxiaux des compagnies de téléphone.

31. L'infrastructure et les services de communications se sont développés de façon exponentiel sous l'action des forces économiques apparues dans nombreux pays à la suite de la déréglementation. Ce phénomène risque toutefois d'accroître encore le décalage entre pays industrialisés et pays sous développés, ce qui n'est souhaitable ni pour les uns ni pour les autres.

32. Un accès peu coûteux constituera un élément essentiel du développement économique au siècle prochain, comme l'énergie peu coûteuse l'a été pour la révolution industrielle. Les pays en développement doivent avoir l'assurance d'un accès large et peut être coûteux aux liaisons par télécommunications à bande large et à forte densité.

33. Un réseau mondial de liaisons terrestres par fibre optique exigerait estime-t-on au moins vingt-cinq ans et 1 000 milliards de dollars. Selon d'autres estimations, les dépenses d'infrastructure nécessaires pour permettre les dépenses d'infrastructure nécessaires pour permettre aux pays en développement de combler leur retard en matière de télécommunication s'élèveraient au minimum à 3 000 milliards de dollars. Moins d'un cinquième de la superficie terrestre du globe est actuellement câblée pour les communications. Bien que de nombreux réseaux de fibre optique existent dans le monde et que leur nombre augmente chaque jour, ils servent essentiellement à des liaisons à forte densité entre pays et bureaux centraux des compagnies de téléphone. Le raccordement en fibres optiques des bureaux et des foyers représente 80 % du coût d'un réseau.

34. De nouvelles techniques de communications par satellite pourraient être mises en œuvre dans les régions rurales où la densité du trafic est faible. Actuellement, la desserte des clients ruraux par un système de téléphone par câble coûte de 10 à 30 fois plus que pour les clients des villes. Les pays en développement n'ont que 1 à 3 % des appareils téléphoniques et 10 % des téléviseurs du monde. Quelque trois milliards de personnes, soit environ la moitié de la population mondiale, vivent dans des pays où il y a moins d'une ligne téléphonique pour 100 habitants. Des recherches récentes ont montré que les systèmes sans fils sont le moyen le plus rentable pour développer ou moderniser des réseaux de télécommunications dans des régions où la densité des abonnés est inférieure à 200 au km². Les systèmes fixes peuvent être installés 5 à 10 fois plus vite que les réseaux de câbles qui exigent des investissements d'infrastructure considérables.

35. Les satellites ont prouvé qu'ils pouvaient très facilement assurer des services de communications dans les parties les moins développées du globe. Ils sont parfaitement adaptés pour les secours en cas de catastrophe et les activités de développement parce qu'ils fonctionnent indépendamment de l'infrastructure locale des télécommunications. Des catastrophes comme la sécheresse et les invasions d'insectes entraînent actuellement des pertes annuelles supérieures à 50 milliards de dollars. Or, les coûts des systèmes satellite ne représentent qu'une fonction minime de ce montant.

36. Les communications par satellite ont été la clef de la participation des pays en développement à la constitution d'une infrastructure mondiale de l'information. Même s'ils ne représentaient pas un marché viable pour la plupart des grands projets de communications par satellite, ils ont profité des marchés très lucratifs des pays industrialisés qui attirent ces programmes commerciaux internationaux, et ils pourraient profiter de l'excédent de capacité de ces programmes pour satisfaire leurs propres besoins de communications.

37. Les services de communications par satellite et l'industrie des télécommunications entrent dans une ère nouvelle caractérisée à la fois par la croissance, la libéralisation et la déréglementation du marché, ce qui permet l'action des forces économiques et commerciales et favorise le progrès technique, dû en grande partie aux programmes militaires. Le développement de cette industrie exige encore une grande prudence : les larges empreintes des satellites limitent la densité des communications qui peuvent être assurées sans interférence, et peuvent gêner des observations scientifiques qui sont tout aussi importantes pour l'économie mondiale (des observations météorologiques, par exemple) et pour la recherche (en radioastronomie). Il convient de ménager un équilibre prudent entre les intérêts - communications pour tout un chacun, économie, intérêts nationaux et besoins scientifiques - et de le respecter pendant tout le processus, pour garantir un progrès véritable.

38. À l'heure actuelle, les systèmes à satellites internationaux, régionaux et nationaux sont essentiellement des "services fixes" (c'est-à-dire des stations terriennes non mobiles). Ils représentent 90 % des systèmes commerciaux en exploitation, et la quasi-totalité d'entre eux fonctionnent dans la bande C (6/4 GHz) et la bande Ku (14/12 GHz). En trente ans, les satellites de télécommunications ont acquis de la puissance et sont devenus des engins à stabilisation triaxiale, munis d'antennes à plus grand gain et à ouverture plus grande utilisant plusieurs faisceaux pour une réutilisation multiple des fréquences. Cette évolution a entraîné l'accroissement des capacités et de la durée de vie des satellites mais a aussi permis d'utiliser des stations terriennes plus petites et moins onéreuses. Ce développement vertigineux de la technologie a suivi le rythme de la concurrence imposée par les câbles à fibres optiques et celui de la demande en pleine croissance du trafic des télécommunications internationales et de toutes sortes de relais de télévision. Le désir de décentraliser les stations terriennes et de réduire leur coût a également été un facteur déterminant sur le marché.

39. Le marché mondial des télécommunications par satellite se répartit entre le secteur spatial (satellites, lanceurs, compagnies d'assurances, centres de contrôle), le secteur terrien (terminaux d'utilisateurs et réseaux) et les services fournis. Avec l'expansion de la diffusion directe de la télévision à domicile et de la radiodiffusion audionumérique ainsi que l'introduction des services de communications personnelles et multimédias, le secteur terrien verra le nombre de ses utilisateurs s'accroître de plusieurs millions chaque année et son marché mondial représenter près du double de celui du secteur spatial. Mais c'est le secteur des services qui enregistra de loin le gain le plus important. On peut estimer le marché total pour les dix prochaines années entre 60 et 80 milliards de dollars des États-Unis. pour le secteur spatial, entre 120 et 150 milliards pour le secteur terrien et à plus de 400 milliards pour les services. Cela fera au total un marché mondial de télécommunications par satellite de plus de 600 milliards de dollars des États-Unis.

40. Il est prévu de lancer plus de satellites au cours des dix prochaines années que l'ensemble de ceux mis sur orbite lors des trente dernières années. Près de 800 des 1 138 satellites dont le lancement est prévu au cours des dix années à venir seront destinés à des systèmes mobiles. Au cours des cinq dernières années, la croissance à l'échelle mondiale de la téléphonie mobile s'est établie aux environs du taux phénoménal de 50 % par an et actuellement, dans certains pays, le nombre d'abonnés double en fait chaque année.

41. Les systèmes de constellations de satellites sur orbite basse ou sur orbite moyenne assureront bientôt des services de communications personnelles. Les constellations de satellites sur orbite basse et sur orbite géostationnaire assureront, au tout début de la prochaine décennie, des services multimédias, avec accès rapide à Internet.

42. Il existe un marché considérable pour la diffusion directe de la télévision à domicile et les services de radiodiffusion directe, les microstations, les ordinateurs personnels, les services multimédias et autres, mais il reste à savoir si tous les systèmes prévus donneront satisfaction et si l'expansion actuelle se poursuivra. Il a été sérieusement envisagé également de recourir aux services de radiodiffusion directe non seulement pour les loisirs, mais aussi pour les liaisons à large bande à domicile pour les services vidéo à mosaïque sur Internet ainsi que d'autres services de transmission à large bande.

43. Les systèmes de télécommunications par satellite dont l'objectif était à l'origine de relier différents réseaux terriens ont rapidement évolué et fournissent désormais directement des services aux terminaux installés dans les utilisateurs finals. Cette évolution résulte de l'expansion rapide des réseaux de câbles à fibres optiques, qui sont mieux adaptés que les satellites au trafic téléphonique international et aux communications poste à poste. Les caractéristiques spécifiques des satellites, à savoir la grandeur de la zone de couverture et l'accès instantané à partir de tout lieu dans ces zones, ont entraîné une évolution des services fondée sur ces avantages comparatifs.

44. L'expansion actuelle des systèmes à satellites a des conséquences aussi bien sur les systèmes géostationnaires que sur les constellations de satellites sur orbite basse et sur orbite moyenne. De multiples facteurs sous-tendent cette expansion : a) la croissance économique mondiale, et en particulier dans la région de l'Asie et du Pacifique; b) la demande croissante de services directs aux utilisateurs finaux; c) l'expansion mondiale des réseaux cellulaires terrestres dont la couverture est cependant limitée; d) la faiblesse des infrastructures terrestres dans de nombreuses régions, tant dans les pays en développement que dans les pays industrialisés; e) la déréglementation et la privatisation à l'échelle mondiale des télécommunications nationales, régionales et mondiales; f) la concurrence acharnée que se livrent les industries spatiales et des télécommunications, qui fait que de nombreux fabricants de satellites sont également devenus promoteurs et opérateurs de systèmes; et g) l'accès à des financements privés considérables pour les nombreux systèmes à satellites.

45. Ce développement des systèmes de communications par satellite impliquait un progrès continu et rapide des techniques spatiales ainsi que le raccourcissement des cycles de production de satellites et de lanceurs, mais aussi des difficultés accrues en matière de coordination des fréquences. Pour de nombreux systèmes à satellites, des investissements privés colossaux sont nécessaires dans les secteurs spatiaux et terriens.

46. L'évolution a également été accélérée par les progrès rapides réalisés en matière de technologie des satellites (et de performance des lanceurs), permettant une augmentation significative de la masse du vaisseau spatial et de la consommation d'énergie, entraînant l'accroissement de la puissance isotrope rayonnée équivalente des antennes de satellite et la réduction des dimensions et du coût des terminaux terrestres. Le nombre de ces terminaux a considérablement augmenté avec l'expansion des services de diffusion directe de télévision dans la bande Ku, lesquels sont devenus les principaux utilisateurs de la capacité des satellites et cette tendance devrait se poursuivre avec l'expansion croissante de ces services et l'introduction prochaine de possibilités d'accès à partir d'ordinateurs personnels et de services multimédias.

47. La numérisation des transmissions par satellite a suivi celle des transmissions terrestres. En raison des difficultés de coordination et de leurs propres conditions économiques, les systèmes à satellites sont obligés de recourir à des techniques de transmission permettant une plus grande efficacité d'utilisation du spectre, à une réutilisation répétée des fréquences, à des antennes plus perfectionnées, à de nouvelles bandes de fréquence et, si possible, à des transmissions moins sensibles aux interférences. Les progrès en matière d'efficacité ont été obtenus en faisant appel à des transmissions numériques assorties de techniques de codage sophistiquées. C'est ainsi qu'en téléphonie, la capacité d'un récepteur à 36 MHz qui est de 500 à 700 voies téléphoniques (en semi-duplex) en

transmission analogique atteint 3 600 à 4 000 voies en transmission numérique, et probablement le double au cours de la prochaine décennie. En télévision, un répéteur de 27 à 36 MHz transmettant un programme en mode analogique est capable de transmettre de 4 à 12 programmes après compression de signaux numériques, et les taux de compression devraient être sensiblement plus élevés au cours de la prochaine décennie.

B. Nouveaux systèmes mondiaux de communications par satellite et de systèmes stratosphériques

48. Il est devenu extrêmement difficile d'obtenir un emplacement sur l'orbite géostationnaire et d'exploiter la bande C ou la bande Ku sans perturber les satellites voisins. S'il existe des fréquences supplémentaires pour satellites commerciaux dans la bande Ka (entre 1,5 et 1 cm de longueur d'onde environ), ces fréquences n'ont pas encore été utilisées en raison du phénomène d'absorption provoqué par la pluie à ces longueurs d'onde, et du petit nombre de terminaux terrestres capables de les recevoir.

49. Les nouveaux systèmes envisagés, qu'il s'agisse de systèmes à satellites (en bande Ka) ou de plate-formes stratosphériques (qui utilisent la bande V) accéléreraient la réalisation des infrastructures tant nationale que mondiale, en particulier dans les régions où les infrastructures pour les télécommunications terrestres sont inexistantes ou inadaptées aux communications rapides. L'expression "satellite utilisant la bande Ka" désigne généralement une nouvelle génération de satellites de télécommunications qui assureront le traitement et la commutation à bord pour des liaisons à destination et en provenance de petites stations terrestres dont la taille sera comparable à celle d'une antenne de réception directe d'aujourd'hui. Ces systèmes sont également connus sous les noms de satellites multimédias, satellites en mode de transfert asynchrone (ATM), satellites commutés de télécommunications à large bande et satellites interactifs de télécommunications à large bande.

50. Les services prévus concerneront notamment la téléphonie, les données, les signaux vidéo, les images, la vidéoconférence, la vidéo interactive, la télévision, le multimédia, Internet, la messagerie et les liaisons internationales avec toute une gamme d'applications, notamment le téléenseignement, la formation professionnelle, le travail de groupes, le télétravail, la télémédecine, la constitution de réseaux locaux étendus sans fils, la distribution de programmes vidéo, la transmission vidéo directe à domicile et la collecte de nouvelles par satellite, ainsi que la distribution de logiciels, de musique, de données scientifiques et d'informations financières et météorologiques mondiales. Les systèmes à satellites sont également indispensables pour les services de communications d'urgence.

51. Selon les recommandations de l'UIT, ces services ont été classés en cinq catégories : a) messagerie (courrier électronique, échange de données entre mémoires); b) recherche (vidéotexte, recherche documentaire, recherche d'images à haute résolution, recherche de données); c) dialogue (téléphonie à large bande de personne à personne, vidéoconférence multipoints à large bande, surveillance vidéo, signaux de liaison radiophonique multiple, transmission rapide sans restriction d'informations numériques, transfert de fichiers, téléaction rapide, télécopie, recherche d'images à haute résolution, communication de données, téléphonie numérique, etc.); d) distribution sous la dépendance de l'utilisateur (transmission restreinte d'informations numériques, vidéographie), et e) diffusion interactive (diffusion de messages, diffusion de voix et de son, diffusion de documents, transmission sans restriction d'informations numériques).

52. La bande Ka peut s'interpréter comme étant l'équivalent d'un circuit téléphonique local où l'utilisateur paie l'utilisateur provisoire. Elle permet également de faire payer par élément d'information transféré. Toutefois, de tels services exigent une grande largeur de bande car la liaison sera normalement de point à point. Le principal moyen d'utiliser efficacement le spectre disponible est de recourir à de multiples faisceaux étroits, dont chacun couvre une petite zone de la Terre, ce qui permet de réutiliser les fréquences de la même manière qu'un réseau téléphonique cellulaire.

53. L'utilisation de multiples faisceaux étroits exige le recours à des systèmes de traitement et de commutation embarqués afin d'orienter chaque trajectoire de transmission entre les différents faisceaux pour la liaison ascendante et la liaison descendante. De même, les liaisons entre satellites utilisant la bande Ka exigeront des capacités de

commutation embarquée. En effet, le traitement et la commutation à bord constituent un système de gestion du réseau, et les opérateurs seront tous en quelque sorte des compagnies téléphoniques avec des centraux se trouvant dans le ciel.

54. Les systèmes utilisant la bande Ka envisagés sont caractérisés par des débits de données allant de 16 kbit/s pour atteindre jusqu'à 1 Gbit/s, un mode de transfert asynchrone, une couverture régionale et mondiale par des liaisons intersatellites, un grand nombre de faisceaux étroits et le recours au traitement et à la commutation à bord de la bande de base pour l'interconnexion des faisceaux. Certains des systèmes envisagés visent à fournir une couverture mondiale complète ou quasi complète.

55. La bande Ka dont disposaient les opérateurs de satellites 2,5 à 3,5 GHz, soit quatre à sept fois plus que le spectre disponible pour certains des opérateurs de satellites utilisant la bande C, ce qui est considérable. En 1997, 59 projets dans la bande Ka existaient dans le monde, alors que s'intensifiait la R-D afin d'améliorer les technologies des satellites utilisant la bande Ka et les technologies connexes.

56. Le développement de ces systèmes dépend de la possibilité de surmonter les défis que représentent la coordination des fréquences, la disponibilité de technologies et le financement. C'est pourquoi seuls quelques-uns des systèmes proposés pourront entrer en service d'ici l'an 2000 ou 2005.

57. Les systèmes proposés utilisent un très grand nombre de petits faisceaux (environ 1 degré) afin de fournir aux terminaux d'utilisateurs une forte puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) de 50 dB/W. Le type des faisceaux et leur nombre varient considérablement selon les systèmes. Les faisceaux à balayage par bonds (proposés par certains systèmes) assurent une utilisation efficace des ressources du satellite en assignant à chaque faisceau un certain nombre de zones consistant en une zone à fort trafic et en plusieurs zones à faible trafic. Il est possible d'ajuster dynamiquement le temps d'arrêt momentané en fonction de la réponse de chaque zone à la demande de trafic.

58. Les satellites à faisceaux fixes sont généralement plus simples de conception que les satellites à faisceaux à balayage par bonds. Toutefois, pour utiliser efficacement les ressources, il faut ajuster les zones de couverture de façon à répartir à peu près également le trafic entre chaque faisceau. Le nombre de faisceaux fixes par satellite est de 10 ou plus.

59. La plupart des systèmes proposés feraient intervenir des dispositifs embarqués de traitement de la bande de base et de commutation faisant appel à la technologie dite de commutation rapide par paquets, appelée aussi "commutation de cellules", "commutation par paquets", ou "commutation ATM". Le traitement à bord de la bande de base permet de procéder à la commutation et au multiplexage du trafic usager selon la destination, sur des porteuses descendantes à grande vitesse. Les liaisons descendantes peuvent ainsi s'effectuer sur une seule porteuse par amplificateur de puissance ce qui, en cas de quasi-saturation du trafic, permet d'utiliser au mieux la puissance d'émission disponible. La transmission dans le sens espace-Terre se ferait par accès multiple par répartition dans le temps dans le cas des faisceaux à orientation mobile et par multiplexage par répartition dans le temps dans le cas des faisceaux fixes. Le régime d'émission proposé de la majorité des systèmes opérant sur orbite géostationnaire est d'environ 100 Mbit/s. Il est prévu que la plupart des systèmes de traitement embarqués de la bande Ka feront appel à des liaisons intersatellites pour établir une connexion directe d'usager à usager sans passer par l'intermédiaire de stations au sol.

60. Plusieurs terminaux ont été proposés pour les systèmes utilisant la bande Ka. Un terminal type, fonctionnant en liaison montante à un débit compris entre 128 et 768 kbit/s, utilisera une antenne à petite ouverture d'un diamètre de 66 cm et un amplificateur de puissance à semi-conducteurs de 1 à 3 W. Toutes les composantes de la radiofréquence (amplificateur de puissance à semi-conducteurs, amplificateur à faible bruit et élévateurs de fréquence et abaisseurs de fréquence) seraient incorporées dans une petite unité extérieure montée sur le réflecteur.

Les terminaux d'accès seront équipés d'une antenne plus grande, d'un diamètre de 2,4 à 5 mètres, et d'un amplificateur à grande puissance de 50 à 200 W.

61. Pour les systèmes utilisant la bande Ka déployés sur orbite basse, les usagers pourront employer des antennes plus petites. Leurs terminaux devront cependant être à même de suivre les satellites et d'assurer les relais de communications à des intervalles de quelques minutes. Cette commutation d'un satellite sur un autre exige par ailleurs une synchronisation précise entre l'acheminement du trafic par satellite et le traitement au terminal de l'utilisateur, ainsi qu'entre la mise en forme du trafic au niveau des interfaces de l'utilisateur.

62. Il existe des microstations pour l'acheminement du trafic sur les bandes C ou Ku, mais elles coûtent actuellement entre 5 000 et 15 000 dollars, selon leurs applications. Pour être rentables, les systèmes proposés utilisant la bande Ka devront être accessibles par des terminaux beaucoup moins onéreux (par exemple 1 000 dollars), ce qui suppose une production en masse des terminaux, laquelle appelle à son tour l'engagement de la part de l'exploitant d'en acquérir un très grand nombre (par exemple un million ou plus), ce qui ne fera qu'accroître les risques financiers.

1. Exemples de systèmes proposés

63. EuroSky Way est un réseau multirégional de télécommunications par satellites interconnectés utilisant la bande Ka, mis au point par Alenia Aerospazio et destiné à fournir des services nouveaux et à un prix abordable aux entreprises et aux particuliers. Des stations encore plus petites que les microstations et peu coûteuses gèrent la transmission de données avec commutation par paquets et la transmission de données avec commutation de circuits en fonction de la demande.

64. Le système EuroSkyWay permet la fourniture de services multimédias aux usagers d'Europe, d'Afrique et du Moyen-Orient et une intégration mondiale et avec d'autres réseaux de satellites ou terrestres desservant des zones étendues.

65. Le déploiement du système EuroSkyWay se fera en deux phases : tout d'abord, la mise en service de deux satellites ayant la même position appelés à desservir l'Europe et les pays voisins (par exemple les pays du Moyen-Orient, les pays africains du bassin méditerranéen, certains pays de la Communauté d'États indépendants), puis la mise en service de trois satellites supplémentaires, ce qui permettra d'augmenter la capacité et de desservir l'Afrique (avec deux satellites) et l'Asie occidentale (avec un satellite).

66. Le réseau EuroSkyWay diffère d'autres réseaux de satellites à couverture mondiale qui sont proposés, en ce sens qu'il fait appel à des satellites placés sur orbite géostationnaire, à une conception de la liaison et à une gestion nouvelle du trafic qui permettent une plus grande efficacité et une meilleure rentabilité d'ensemble. La capacité de débit cumulée, élevée des cinq satellites (46 Gbit/s) permet de limiter les dépenses d'équipement et de réduire le temps de liaison à la fois pour les fournisseurs de services et les usagers. Le mode de liaison numérique qui a été adopté offre des services d'une qualité exceptionnelle.

67. Le système Celestri, étudié par Motorola, est destiné à couvrir pratiquement l'ensemble de la planète avec des satellites placés à la fois sur orbite géosynchrone et sur orbite basse, en fournissant au coût le plus bas possible un service à large bande directement à des petites entreprises et des grandes entreprises. Il comprendra un système sur orbite basse et deux autres systèmes, eux aussi mis au point par Motorola, à savoir Millenium et M-Star. La couverture mondiale sera assurée par neuf satellites géostationnaires. En associant satellites sur orbite basse et satellites géostationnaires, Celestri fournirait des services de diffusion à l'échelle régionale, avec interactivité en temps réel.

68. La composante sur orbite basse est une constellation de 63 satellites reliés à presque toutes les régions peuplées du monde et placés sur sept orbites circulaires à 1 400 km d'altitude et inclinées de 48 degrés sur l'équateur, ce qui permettra d'exploiter des stations terriennes relativement de faible puissance et peu onéreuses avec

des temps de transmission équivalant à ceux des systèmes terrestres. Chaque satellite renferme tout le matériel nécessaire pour acheminer le trafic Terre-espace, espace-Terre et espace-espace à travers le réseau. Les liaisons intersatellites utilisent le laser, tandis que les liaisons Terre-espace utilisent la bande de 30 GHz et les liaisons espace-Terre la bande de 20 GHz. Des antennes à faisceaux multiples à commande de phase permettront à des faisceaux à orientation fixe de couvrir l'ensemble de la zone considérée. Le débit des données variera entre 64 kbit/s et 155,52 Mbit/s.

69. La composante sur orbite basse est conçue de manière à permettre le partage des fréquences du spectre de la bande Ka avec les systèmes de satellites géosynchrones et d'autres systèmes sur orbite basse, en tirant profit de la diversité des satellites. Les antennes sont constituées d'un grand nombre de faisceaux étroits. Les faisceaux susceptibles de provoquer des interférences avec les satellites géosynchrones ou les autres satellites sur orbite basse utilisant les mêmes fréquences sont mis à l'arrêt, et les communications sont transférées vers un autre satellite occupant une position différente. La commutation des communications est planifiée en fonction des positions connues des satellites. Ces ordres de mises à l'arrêt concernent aussi bien les terminaux au sol que les satellites. Il n'est pas fait appel à l'autre système, si ce n'est aux données concernant la position des satellites. Le partage des fréquences ainsi rendu possible par la diversité des satellites permet d'accroître les possibilités d'utilisation du spectre considéré.

70. Le système M-Star est constitué de 72 satellites opérationnels sur orbite basse placés sur 12 plans inclinés. Les orbites sont circulaires à 1 350 km d'altitude. L'orbite basse a été choisie parce qu'elle permet d'utiliser de petits terminaux au sol de faible puissance et peu coûteux et que les délais de transmission sont pratiquement les mêmes que pour les communications intérieures. Chaque satellite contient plusieurs répéteurs à simple changement de fréquence, avec des antennes à faisceau ponctuel. Les liaisons intersatellites permettent de connecter chaque satellite avec quatre satellites adjacents. Ainsi, les signaux sont soit réémis directement vers la Terre soit relayés vers d'autres satellites, puis acheminés n'importe où dans le monde. Les liaisons vers le sol utilisent la bande de 40 GHz, et les liaisons intersatellites se font dans la bande de 60 GHz. Il permettra à des fournisseurs de services et à des entreprises d'assurer des transmissions vocales et de données, et assurera un service d'interconnexion permettant à des transporteurs terrestres de transmettre à la fois de la voix et des données.

71. La société Alcatel a proposé un nouveau système, appelé Skybridge, qui utilisera la bande Ku pour réduire le problème de l'affaiblissement de transmission dû à la pluie et sera conçu aussi pour éviter les interférences avec les satellites géostationnaires existants utilisant la bande Ku. Skybridge fait appel à deux constellations de 32 satellites chacune placés sur orbite basse, à 1 457 km d'altitude. Chaque constellation comprend quatre satellites situés à des distances égales sur chacun des huit plans inclinés à 55 degrés et espacés sur l'équateur de 45 degrés. Les deux constellations sont conçues de manière à se compenser l'une l'autre, de sorte que des paires de satellites traversent le ciel. Il est alors possible d'éviter les interférences avec des satellites géostationnaires en donnant pour instruction à toutes les stations terriennes de cesser d'utiliser un satellite du système Skybridge lorsqu'il est situé à plus ou moins 10 degrés de l'arc géostationnaire, et de se connecter à l'autre satellite de la paire. Il faudrait 387 stations terriennes pour couvrir l'ensemble des points situés entre 68 degrés de latitude, mais seulement 253 pour desservir 90 % de la population mondiale.

72. SkyBridge assurera une connexion asymétrique à large bande avec le réseau fixe, avec un débit maximum de 60 Mbit/s (par tranche de 16 kbit/s) vers les terminaux de particuliers et de 2 Mbit/s (par tranche de 16 Kbit/s) sur la liaison retour. Les débits binaires seront plus élevés pour les terminaux d'entreprises. De plus, l'étroitesse de chaque tranche permettra d'offrir des fréquences à la demande.

73. Le système SkyBridge est un réseau d'accès en mode de transfert asynchrone qui assure le dernier segment de la connexion entre les usagers et un commutateur local. Le trafic en provenance des terminaux est transmis par le satellite (sans autre traitement que l'amplification et la transposition de fréquence) vers la station au sol, et vice-versa. Dans le cas de communications de terminal à terminal, la liaison est établie par l'intermédiaire de la station au sol. Chaque station collecte, via le secteur spatial, le trafic émanant du terminal à l'intérieur d'une cellule de

700 km de diamètre. Les cellules de SkyBridge sont illuminées en permanence par au moins un faisceau. Sous les latitudes tempérées, deux satellites au moins sont visibles en permanence dans la plupart des cas.

74. Ce système suppose que tous les usagers utilisent au moins deux antennes de poursuite, ce qui revient cher et qui risque de limiter aux grandes entreprises en mesure d'acquérir des terminaux onéreux l'utilisation du système, lequel offre cependant des possibilités prometteuses.

2. Plates-formes stratosphériques

75. Il existe quatre conceptions de l'architecture générale des télécommunications auxquelles il peut être fait appel pour fournir aux consommateurs un service local à large bande sans fils en boucle. Deux de ces architectures mettent en jeu les techniques spatiales à travers l'utilisation de satellites géostationnaires et non géostationnaires. Les deux autres, réputées terrestres, font appel à des répéteurs en ondes millimétriques du type cellulaire disposés sur les toits et à des plates-formes-relais stratosphériques.

76. Pour des raisons inhérentes à la géométrie et à la conception des matériels, force est de conclure, du point de vue technique, que la capacité de télécommunications dans les zones métropolitaines à travers le monde sera assurée dans sa majeure partie, pour un investissement en matériel et des fréquences équivalents, par l'architecture stratosphérique. Ce sont donc les télécommunications stratosphériques qui permettront de fournir aux consommateurs au coût le plus bas la majeure partie du service à large bande sur Internet.

77. À fréquences, ouverture d'antenne, puissance et autres facteurs techniques constants, la capacité d'un système de télécommunications dans une zone métropolitaine est égale au nombre de faisceaux fixes que le système produit qui lui-même varie directement avec la distance qui sépare le répéteur radio de la zone de couverture jusqu'à ce que la ligne de visée se rapproche de la limite extérieure de la zone métropolitaine, et inversement après. Par exemple, en raison de limitations tenant à la dimension de l'antenne, un répéteur unique situé au sommet d'un immeuble peut produire au moins six faisceaux étroits avec une antenne de secteur orientée à 60 degrés. À l'autre extrémité du continuum, un satellite géostationnaire ne peut produire plus d'un faisceau fixe par zone métropolitaine couverte en utilisant des ouvertures d'antenne types de cinq mètres sur la bande de 20/30 Ghz.

78. Or, une seule plate-forme stratosphérique de télécommunications à 21 km d'altitude peut produire approximativement entre 700 et 1 000 faisceaux à l'intérieur d'une même zone métropolitaine, tandis qu'un satellite non géostationnaire évoluant à 500 km d'altitude ne produirait que 4 à 16 faisceaux sur un rayon de 100 km à partir du centre d'une zone métropolitaine. Il se trouve donc qu'à fréquence égale, l'architecture stratosphérique a une capacité 100 fois plus grande que l'architecture des satellites non géostationnaires.

79. Les systèmes stratosphériques et autres services à large bande peuvent être divisés, du point de vue des marchés, en systèmes pour zones à forte densité de population et systèmes pour zones à faible densité de population. Tous les systèmes spatiaux (satellites géostationnaires et réseaux de satellites non géostationnaires) sont des architectures adaptées pour couvrir des zones à faible densité de population. Ils couvrent certes, avec des largeurs de bande variables, l'ensemble de la zone, mais ils ne sauraient concurrencer les architectures terrestres dans la desserte optimale d'une zone métropolitaine. Les systèmes stratosphériques et les systèmes en ondes millimétriques au sol sont des architectures adaptées pour couvrir des zones à forte densité de population. Ils fournissent aux consommateurs des zones métropolitaines les meilleurs services qui soient en termes de coût par fréquence unitaire, mais ils ne sont guère rentables pour la desserte des zones rurales.

80. Il est donc essentiel pour les pays en développement de faire dans leurs plans nationaux en matière de télécommunications une place aux plates-formes stratosphériques, comme la plate-forme Sky Station. S'ils se contentent de satellites pour fournir des services à large bande, ils ne disposeront que de systèmes adaptés aux zones à faible densité de population pour répondre à une demande émanant de zones fortement peuplées. Ils se trouveront ainsi avec une infrastructure insuffisante, incompatible avec le mandat de l'UIT consistant à assurer le développement de l'information à travers le monde. La technologie des plates-formes stratosphériques de

télécommunications existe aujourd'hui et peut être exploitée, sous réserve de l'approbation des attributions de bandes de fréquence et des accords commerciaux nationaux.

3. Petits satellites en orbite basse

81. ORBCOMM est en train de déployer une constellation de 28 petits satellites de télécommunications sur une orbite d'une altitude de 775 km. Avec l'aide de stations au sol, les satellites relient les utilisateurs d'ORBCOMM au réseau mondial de télécommunication. Un service partiel est déjà disponible et le système sera pleinement opérationnel en 1998.

82. Un utilisateur peut envoyer un message à un opérateur abonné éloigné par l'intermédiaire de n'importe quel ordinateur individuel utilisant des protocoles de communication standards. Il se connecte simplement au point d'entrée et envoie un message à l'aide de son ordinateur. Le point d'entrée relaie le message au satellite approprié et à l'opérateur abonné éloigné. Les messages envoyés par des abonnés éloignés suivent le même itinéraire, mais en sens inverse. Ils peuvent être délivrés par l'intermédiaire d'un circuit actif, ou être stockés en mémoire aux points d'entrée et récupérés lorsque le consommateur le souhaite.

83. Le système ORBCOMM a aussi la capacité unique de déterminer la position des opérateurs éloignés et de la signaler aux utilisateurs. Les communicateurs ORBCOMM sont conçus pour mesurer l'effet Doppler sur les signaux émis par le satellite. Chaque satellite détermine sa propre position à l'aide du système mondial de localisation (GPS). En combinant les mesures de l'effet Doppler avec les données GPS fournies par le satellite, un opérateur est capable de déterminer sa propre position, généralement avec une précision inférieure à 1 000 mètres.

4. Systèmes à satellites de radiodiffusion

84. La radio est le moyen de communication le plus répandu sur la planète. On compte dans le monde plus de deux milliards de récepteurs et plus de 100 millions sont vendus chaque année. Dans les pays en développement, il y a en moyenne une station radio pour deux millions de personnes; dans les pays industrialisés, la proportion est d'une station pour 30 000 personnes.

85. L'objectif de WorldSpace est de fournir une radiodiffusion audionumérique bon marché mais de haute qualité à 3,5 milliards de personnes en faisant appel au système de radiodiffusion audionumérique qui consiste à acheminer un signal radio par l'intermédiaire d'une microstation terrienne jusqu'à un satellite géostationnaire. Le satellite transmet le signal qui est capté par des millions de récepteurs radio portables. La nouvelle infrastructure mondiale qu'est en train de créer WorldSpace permettra aux radiodiffuseurs et aux annonceurs d'atteindre des marchés émergents insuffisamment desservis, et notamment le Moyen-Orient, l'Afrique, l'Asie, les Caraïbes et l'Amérique latine. Les habitants de ces régions pourront recevoir sur des récepteurs d'un nouveau type des programmes de radiodiffusion numérique d'une qualité et d'une diversité sans précédent qui seront transmis par les satellites de WorldSpace.

86. Le système se compose de trois satellites (AmeriStar, AfriStar et AsiaStar) pesant chacun environ 3 000 kg, placés sur orbite géostationnaire. Chacun d'eux émet trois faisceaux fixes, représentant chacun une zone de couverture d'environ 14 millions de km² pour un seul canal. Il sera possible de diffuser jusqu'à 288 canaux pour la radio parlée; ou 144 pour la musique monophonique, ou encore 72 pour le son haute-fidélité.

87. Le récepteur portable de WorldSpace, dont le prix devrait être de 200 dollars des États-Unis, fait appel à plusieurs technologies pour atteindre les objectifs de la société en termes de coût, de dimension et de fiabilité. Il comprend une antenne, un jeu de puces Starman, un amplificateur audio, des hauts-parleurs, un écran et une interface série.

88. Les appareils radio recevront des programmes radio monophoniques de haute qualité et stéréophoniques proches de la norme CD transmis dans la bande L (1 467 à 1 492 MHz) par l'intermédiaire des trois satellites de télécommunications de WorldSpace. L'utilisation de la technologie de transmission numérique permet d'offrir d'autres services, à savoir la transmission de texte, la télécopie, le courrier électronique et des services de radiomessagerie. Une antenne de la taille d'une carte de visite, à l'intérieur du récepteur, recevra les signaux transmis par les satellites. En outre, les récepteurs seront équipés de manière à recevoir les émissions standard en modulation d'amplitude, modulation de fréquence et ondes courtes. La principale inconnue qui subsiste, sur le plan financier et technique, est le prix des récepteurs. On estime qu'il sera au départ d'environ 200 dollars des États-Unis, abordable seulement pour la classe moyenne de la région, mais suffisamment faible pour attirer 5 à 10 millions d'auditeurs, nombre nécessaire à la viabilité financière du projet.

C. Systèmes à satellites régionaux/nationaux

1. Lockheed Martin Intersputnik

89. L'Organisation Intersputnik, qui compte 22 pays membres, fournit des télécommunications internationales, régionales et des communications par satellite depuis plus de vingt-cinq ans. Elle a créé récemment avec la société Lockheed Martin une coentreprise appelée Lockheed Martin Intersputnik (LMI), ce qui va permettre aux deux organisations de renforcer considérablement leurs capacités. Les satellites déployés par LMI seront des engins A2100 à haute performance ayant fait leurs preuves, construits par Lockheed Martin Missiles & Space. D'une durée de vie de quinze ans, ils remplaceront les satellites de construction russe et offriront une forte augmentation de capacité, avec 44 répéteurs de puissance fonctionnant dans les bandes C et Ku. LMI mettra ses capacités et ses compétences aux services des utilisateurs pour leur fournir des solutions faisant appel aux techniques de pointe avec des tarifs souples et un accès direct au segment spatial.

90. Le premier lancement du lanceur Proton devrait avoir lieu dans les derniers mois de 1998 pour placer un satellite LM-1 à 75 degrés de longitude est. Trois autres suivront avant la fin de l'an 2000. Intersputnik dispose de 15 créneaux orbitaux extrêmement précieux. Au départ, LMI fournira des services de radiodiffusion, de télécommunications fixes et de microstations terriennes à des clients d'Europe orientale, d'Asie du Sud, d'Afrique et de la Communauté d'États indépendants. Ultérieurement elle offrira également des services de télédiffusion vidéo et audio directe, et des services mobiles aux consommateurs dans le monde entier. Le chiffre d'affaires annuel de LMI devraient atteindre 300 millions à 500 millions de dollars en 2001 et continuer d'augmenter à mesure que de nouveaux services seront ajoutés.

2. Satellite Koupon

91. En Russie, le progrès économique dépend de l'efficacité des services de réseaux financiers. Les télécommunications constituent une partie essentielle de la technologie bancaire. La Banque centrale de Russie a mis au point un réseau de télécommunications par satellite appelé Bankir qui fournit un moyen puissant de satisfaire les besoins de télécommunication essentiels d'aujourd'hui et qui a la souplesse nécessaire pour mettre en place les réseaux de demain.

92. Une nouvelle génération de satellites Koupon a été spécialement conçue pour des applications des microstations terriennes avec une nouvelle technologie mise au point en Russie. La première phase de déploiement du réseau a commencé en 1997. Le premier satellite Koupon a été placé le 12 novembre 1997 à 55 degrés de longitude est pour prendre en charge le réseau Bankir de la Banque centrale de Russie, mais il pourra aussi desservir l'Europe, l'Afrique, le Moyen-Orient et la majeure partie de l'Asie et les pays riverains du Pacifique. Les trois satellites prévus auront pratiquement une couverture mondiale.

93. Les satellites Koupon utiliseront les dernières technologies, qui n'étaient précédemment disponibles que pour les communications militaires et gouvernementales : antennes de réception et de transmission à faisceaux multiples, faisceaux orientables électroniquement, contrôle en orbite de la taille et de la forme des empreintes, distribution

dynamique d'énergie entre les faisceaux et commutation du trafic de bord entre répéteurs. Ces caractéristiques avancées assurent aux services de réseaux une plus grande souplesse intrinsèque et permettent de nombreuses applications.

94. L'utilisation d'antennes réseaux à commande de phase actives embarquées permet une très grande souplesse et assure la fiabilité du système. Chaque satellite Koupon a 24 répéteurs (extensibles à 32) de puissance moyenne dans la bande Ku et 16 paires de faisceaux fixes indépendants de réception et d'émission. Les répéteurs et les empreintes de Koupon peuvent être reconfigurés instantanément pour répondre aux nombreux besoins sans cesse changeants des consommateurs.

3. Satellite AMOS

95. Le système de télécommunications par satellite AMOS a démarré comme entreprise commerciale en janvier 1992. Le satellite AMOS-1 a été lancé avec succès en mai 1996 et des services de télécommunications ont été fournis à partir du 1er juillet de la même année. Il s'agit d'un nouveau satellite de télécommunication géostationnaire léger (moins de 1 000 kg au lancement) comportant un sous-système de contrôle d'attitude triaxial. Il emporte sept répéteurs actifs (sur neuf) dans la bande Ku de 72 largeurs de bande chacun.

96. Les services de télécommunications sont fournis aux deux principales zones de service : le Moyen-Orient (centrée au-dessus d'Israël) et l'Europe centrale (centrée au-dessus de la Hongrie). L'affectation des répéteurs actifs à l'une ou l'autre zone de service est assurée depuis le sol. Il est possible d'interconnecter les deux zones desservies, en assurant une liaison ascendante à partir de l'une et une liaison descendante à destination de l'autre. Le satellite AMOS a une empreinte de 750 000 km². Ses caractéristiques techniques, telles qu'une puissance irradiée isotrope efficace élevée (55 dBW) au centre de l'empreinte, permettent de nombreux services vidéo, téléphoniques vocaux et de transmission de données, ainsi que la radiodiffusion traditionnelle.

D. Technologie avancée dans le domaine des communications

97. La Gilat Satellite Networks Ltd. conçoit, met au point, fabrique, commercialise des microstations terriennes ainsi que le matériel et le logiciel correspondants et en assure le bon fonctionnement. Elle détenait en 1996 plus de 37 % du marché mondial. Ses produits sont incorporés à des réseaux de télécommunications qui assurent des télécommunications par satellite entre un point central et de nombreux sites géographiquement dispersés.

98. La société offre de nombreux produits : Skystar Advantage, qui permet des applications interactives axées sur les transactions; FaraWay VSAT offre des services téléphoniques multicanaux de qualité interurbaine; DialAway VSAT, qui offre des services téléphoniques à canal unique proches de la qualité urbaine; SkySurfer VSAT, qui fournit un accès Internet; et OneWay VSAT, qui assure des transmissions unidirectionnelles de données. Le matériel de la société est utilisé pour de nombreuses applications, y compris l'autorisation des cartes de crédit, les opérations de loterie, la surveillance des oléoducs, l'enseignement à distance, les applications de la téléphonie et la radiomessagerie pour les sociétés. Les produits VSAT de la prochaine génération devraient multiplier de 10 à 100 l'actuelle capacité de débit pour la transmission de textes, de la voix et de signaux vidéo en temps réel.

99. Les produits téléphoniques pour microstation de Gilat sont une excellente solution pour la fourniture de services téléphoniques de base en des lieux reculés. Les utilisateurs potentiels sont les communautés rurales desservies par des bureaux de téléphones publics, les utilisateurs professionnels, les autorités locales et les touristes sur des sites isolés.

100. L'engin Techsat-I a été mis au point par l'institut Technion. Il est léger (50 kg), peu coûteux, consomme peu d'énergie (10 W) et a une stabilisation triaxiale. Toutes ces caractéristiques le rendent bien adapté à diverses applications. Deux types de satellite sont actuellement en cours de mise au point : le microsatellite SensTech – pour

la télédétection à haute résolution – et le satellite ComTech pour les communications. Deux plates-formes sont en phase de fabrication, l'une devant être lancée d'ici la fin de 1997.

101. Les liaisons intersatellites (LIS) dans les projets de satellite à couverture mondiale utilisent comme porteuse des rayonnements hyperfréquences. Les communications optiques entre satellites en réseau pourraient permettre des communications à grande vitesse entre différents points à terre. Les avantages d'un système de communications optiques sur un système de communications hyperfréquences en espace libre sont les suivants : i) encombrement et poids plus petits; ii) puissance d'émission plus faible; iii) plus grande largeur de bande; et iv) plus grande résistance aux interférences. Le pointage depuis un satellite vers un autre est un problème complexe en raison de la grande distance entre les satellites, de l'angle de divergence étroit des faisceaux laser et des vibrations du système de pointage qui diminue le signal reçu moyen, ce qui augmente le taux d'erreurs sur les bits.

102. Les progrès récents de la mise au point des lasers solaires à pompage direct ouvrent de nouvelles perspectives devant la demande croissante tant de largeur de bande que de puissance pour les télécommunications par satellite. L'application d'une technique unique pour concentrer la lumière solaire, décomposer le spectre dans les diverses bandes spectrales, et utiliser chaque bande pour le pompage optique direct de différents lasers à proximité de leur bande d'émission a permis d'atteindre un rendement global de 20 %. Les lasers utilisés dans les expériences sont des lasers à alexandrite, accordables dans la gamme des 750 nm à 900 nm et des lasers utilisant divers cristaux dopés au neodyme, actifs dans l'intervalle 1,054-1,064 μ . On peut étendre encore la largeur de bande en doublant la fréquence et en utilisant des oscillateurs optiques multicanaux. Un miroir collecteur de deux mètres de diamètre peut fournir une puissance totale de plus de 500 watts. Cette puissance est suffisante pour les communications entre satellites en basse orbite et en orbite haute et offre de meilleures conditions pour pénétrer l'atmosphère. Une autre application de cette technologie est la transmission de puissance entre satellites.

103. Des essais de l'équipement de multiplication de circuit numérique DTX-360 ont été montrés aux participants. Chaque terminal DTX-360 accepte jusqu'à 360 voies interurbaines portant des signaux à 64 kbit/s. Ce système permet un taux de compression élevé atteignant 10:1 pour la parole de 6:1 pour la télécopie. Les essais ont montré qu'il convenait à un usage dans les réseaux de satellites opérationnels.

E. Règlements

104. Le régime réglementaire international régissant l'utilisation des ressources du spectre/de l'orbite figure dans le Règlement des radiocommunications, qui complète la Constitution/Convention de l'Union internationale des télécommunications.

105. Les procédures énoncées dans le Règlement des radiocommunications permettent aux États Membres de l'UIT de faire face à leurs obligations du point de vue de l'orbite/du spectre et assurent un accès équitable à ces ressources limitées ainsi que leur utilisation efficace.

106. L'accroissement explosif de l'utilisation de satellites par divers services procure de grands avantages à l'humanité, mais constitue une menace pour les services de radioastronomie et d'exploration de la Terre. Les émissions descendantes peuvent être particulièrement préjudiciables et les émissions de certains systèmes à satellites ont déjà fortement réduit les observations radioastronomiques. Certains satellites à venir posent une menace similaire. Lorsque l'on construit des véhicules spatiaux, les normes techniques les plus élevées ne devraient pas être sacrifiées au profit d'arguments économiques. En particulier, il faut exiger des notices d'impact sur environnement électromagnétique avant d'autoriser le lancement de systèmes d'émetteurs embarqués.

F. Exemples d'applications des satellites de télécommunications dans les infrastructures de télécommunications des pays en développement

Bélarus

107. Bien que la République du Bélarus soit depuis longtemps membre d'Interspoutnik, de l'Organisation internationale de télécommunications par satellites (INTELSAT) et de l'Organisation internationale de télécommunications maritimes par satellites (Inmarsat), elle n'est devenue partie prenante à des projets spécifiques de télécommunications par satellites que récemment, avec la mise en service le 1er novembre 1996 de Bélarus Teleport. Il s'agit de deux stations terriennes INTELSAT de classe B équipées d'antennes de 11 mètres de diamètre. L'une d'entre elles fonctionne par l'intermédiaire du satellite Express-6 d'Interspoutnik et est destinée à fournir des services à la région de l'océan Indien avec une capacité de débit de 512 kbit/s. La deuxième fonctionne par l'intermédiaire d'un satellite INTELSAT et est destinée à fournir des services dans la région de l'océan Atlantique avec une capacité de débit de 2 048 kbit/s. La moitié de cette capacité est prévue pour l'accès à Internet. Il est prévu d'installer deux autres stations terriennes sur le site de Teleport pour fournir des services aux régions de l'Asie centrale et du Caucase. Des négociations sont en cours pour l'établissement d'une liaison par satellite entre le Bélarus et Israël.

Estonie

108. En Estonie, compte tenu du fort développement des réseaux de communications téléphoniques mobiles publics terrestres, les besoins de télécommunications par satellite sont peu importants. En août 1997, ces réseaux comptaient environ 85 000 clients, soit un taux de pénétration de 6,1 % pour une population de 1,5 million d'habitants. Actuellement, l'Estonie utilise des voies de communication de satellite par l'intermédiaire d'Inmarsat, principalement pour les communications mobiles maritimes. Il y a également quelques cas d'utilisation de terminaux mobiles terrestres d'Inmarsat. Il existe aussi des stations terriennes de télécommunications par satellite pour la radiodiffusion et pour la transmission de données.

Lituanie

109. Au début de 1996, la Lituanie comptait 940 977 abonnés (751 725 en zone urbaine et 189 252 en zone rurale) desservis par les réseaux de télécommunications lithuaniens. La capacité globale des centraux téléphoniques automatiques est de 1 058 454 numéros (77,6 % en zone urbaine et 22,4 % en zone rurale). On compte sept stations de radio et de télévision d'État puissantes, 13 de faible puissance et en ondes moyennes, soit au total 53 émetteurs de télévision et 61 émetteurs de radio (dont 49 en ondes ultracourtes). L'État exploite 1 147 km de lignes en faisceau hertzien. Il y a plus de 40 émetteurs de radio et 16 émetteurs de télévision privés. Quarante-deux licences ont été accordées à des entreprises privées pour la mise en place et l'exploitation de réseaux de télévision par câble.

110. Le Ministère des communications et de l'informatique a signé des accords de coopération avec l'Allemagne, le Danemark, la Finlande, les Pays-Bas, la Pologne, la Russie, la Suède et l'Ukraine. Des contacts ont été établis avec Israël et la Grèce. La Lituanie prévoit une densité de 35 à 40 téléphones pour 100 habitants en l'an 2000. À cette fin, il faudra installer en cinq ans de nouveaux centraux électroniques automatiques numériques d'une capacité de 360 000 à 500 000 numéros. Les principaux systèmes à satellites utilisés dans le pays sont ceux d'Eutelsat et d'INTELSAT. La station terrienne la plus puissante (2 Mbit/s) reste la principale voie de liaison avec les États-Unis et le Canada. Plus de 100 terminaux EUTELTRAC et environ 40 terminaux Inmarsat sont enregistrés en Lituanie.

Pologne

111. La Pologne est membre d'organisations mondiales et régionales de télécommunications par satellite telles que INTELSAT, Inmarsat, Interspoutnik et EUTELSAT. Un centre de télécommunications par satellite a été créé dans le centre du pays; il comporte des stations terriennes fonctionnant avec les organisations susmentionnées. Les

télécommunications par satellite se limitent en Pologne à un service fixe fonctionnant dans la bande-Ku et utilisant les satellites géostationnaires EUTELSAT, INTELSAT, DFS, Kopernikus et ORION F1. La bande C n'est pas disponible en raison de sa forte occupation par des services fixes.

112. Les possibilités introduites par une législation nouvelle ainsi que le développement de l'entreprise privée dans le pays se sont traduites par la soumission d'un nombre considérable de demandes d'utilisation de satellites. L'infrastructure de télécommunications insuffisante et désuète du pays a été remplacée et complétée par le développement dynamique de réseaux intérieurs de microstations. À l'heure actuelle, on compte au total un millier de microstations exploitées par sept opérateurs privés indépendants. Le réseau le plus vaste exploite plus de 350 terminaux.

Roumanie

113. En Roumanie, la nouvelle législation adoptée en 1990 et le sous-développement de l'infrastructure de télécommunications ont conduit au déploiement de nombreuses microstations. Il y a actuellement plus de 100 opérateurs privés, en plus des nombreux réseaux privés interactifs à structure en étoile qui transmettent principalement des données. Les réseaux pour les programmes audio et vidéo sont moins répandus. Les procédures d'autorisation sont faciles et transparentes et les droits sont très peu élevés, si bien qu'il existe plus de 850 terminaux VSAT opérationnels utilisant les systèmes INTELSAT, EUTELSAT et ORION.

114. L'utilisation de services mobiles par satellite, en particulier, par l'intermédiaire des systèmes Inmarsat et plus EUTELSAT, a commencé en Roumanie en 1990. En 1991, la Roumanie a ratifié l'Accord international sur l'utilisation de la station terrienne de navire dans les mers et ports territoriaux afin de permettre le développement de ces services. Il n'y a plus de restrictions à l'utilisation de la fréquence de la bande L.

Note

¹Voir *Rapport de la deuxième Conférence des Nations Unies sur l'exploration et les utilisations pacifiques de l'espace extra-atmosphérique, Vienne, 9-21 août 1982 (A/CONF.101/10 et Corr.1 et 2), première partie, sect. III.F, par. 430.*