

Yvette PALAZOT
Isabelle SOURBES

RESUME Les satellites géostationnaires sont particulièrement adaptés par leurs caractères orbitaux à certaines fonctions comme les télécommunications. Ils sont localisés sur un planisphère construit selon une projection cylindrique qui respecte, sur chaque méridien, la perspective obtenue à partir d'un point de vue de 36 000 km d'altitude. Leur répartition inégale correspond à la position en longitude des Etats utilisateurs. Les réservations traduisent l'intérêt géopolitique de cette orbite.

ABSTRACT Owing to their orbital characters, geostationary satellites are particularly adapted for some functions, such as telecommunications. They are marked on a planisphere constructed according to a cylindrical projection which respects, on each meridian, the perspective seen from a standpoint located at an altitude of 36,000 km on equatorial plane. Their unequal distribution corresponds with the longitude of the users countries. Reservations show the geopolitical interest of this orbit.

RESUMEN Gracias a sus características orbitales, los satélites geoestacionarios se adaptan especialmente a ciertas funciones como las telecomunicaciones. Se sitúan en un planisferio construido según una proyección cilíndrica que respeta, en cada meridiano, la perspectiva obtenida desde un punto de vista de 36 000 km de altitud. Su repartición desigual corresponde a la situación en longitud de los Estados que los utilizan. Las reservas traducen el interés geopolítico de dicha órbita.

- PROJECTION CARTOGRAPHIQUE
- SATELLITES GEOSTATIONNAIRES
- TELECOMMUNICATIONS

- CARTOGRAPHIC PROJECTION
- GEOSTATIONARY SATELLITES
- TELECOMMUNICATIONS

- PROYECCION CARTOGRAFICA
- SATELITES GEOESTACIONARIOS
- TELECOMUNICACIONES

Le satellite géostationnaire S est situé sur une orbite circulaire de rayon R (So) :

$$R = \overline{SE} + \overline{OE} \text{ (rayon terrestre)}$$

$$R = 35786 + 6738 = 42164 \text{ km.}$$

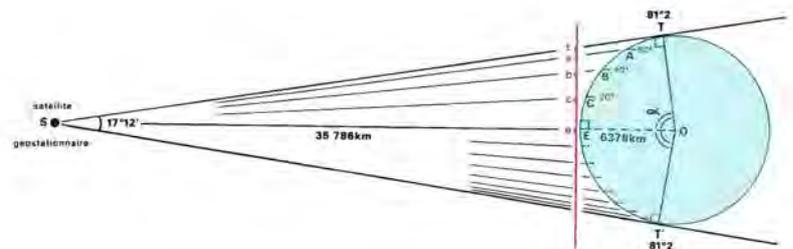
Il découvre la Terre du sommet d'un cône de 17°12' ; son observation est donc limitée en latitude Nord et Sud aux points de tangence T et T'.

Cette latitude α est donnée par la formule :

$$\cos \alpha = TO / R$$

$$\alpha = 81^{\circ}24'$$

L'arc de cercle TE sur le méridien du point E devient sur le plan de la projection le segment de droite te ; des arcs méridiens égaux se traduiront par des segments inégaux sur la projection selon leurs latitudes ; ces segments seront d'autant plus réduits que les latitudes seront élevées : ainsi, AB (20°) devient ab et CE (20°) devient ce.



1. Détermination des parallèles sur la projection

Les satellites géostationnaires ont comme caractère de demeurer constamment au-dessus d'un même point de la Terre. Ils s'opposent ainsi à l'autre grande famille de satellites, celle des satellites à défilement.

Pour être géostationnaires, les satellites doivent décrire une orbite bien définie. Ils doivent graviter dans le plan équatorial et effectuer leur révolution dans le même sens que la rotation de la Terre : l'inclinaison de l'orbite est donc voisine de 0°. Leur période (durée d'une de leurs révolutions) doit être de 23 heures 56 minutes (même vitesse angulaire que la Terre) et leur orbite circulaire être située à 35 800 km d'altitude.

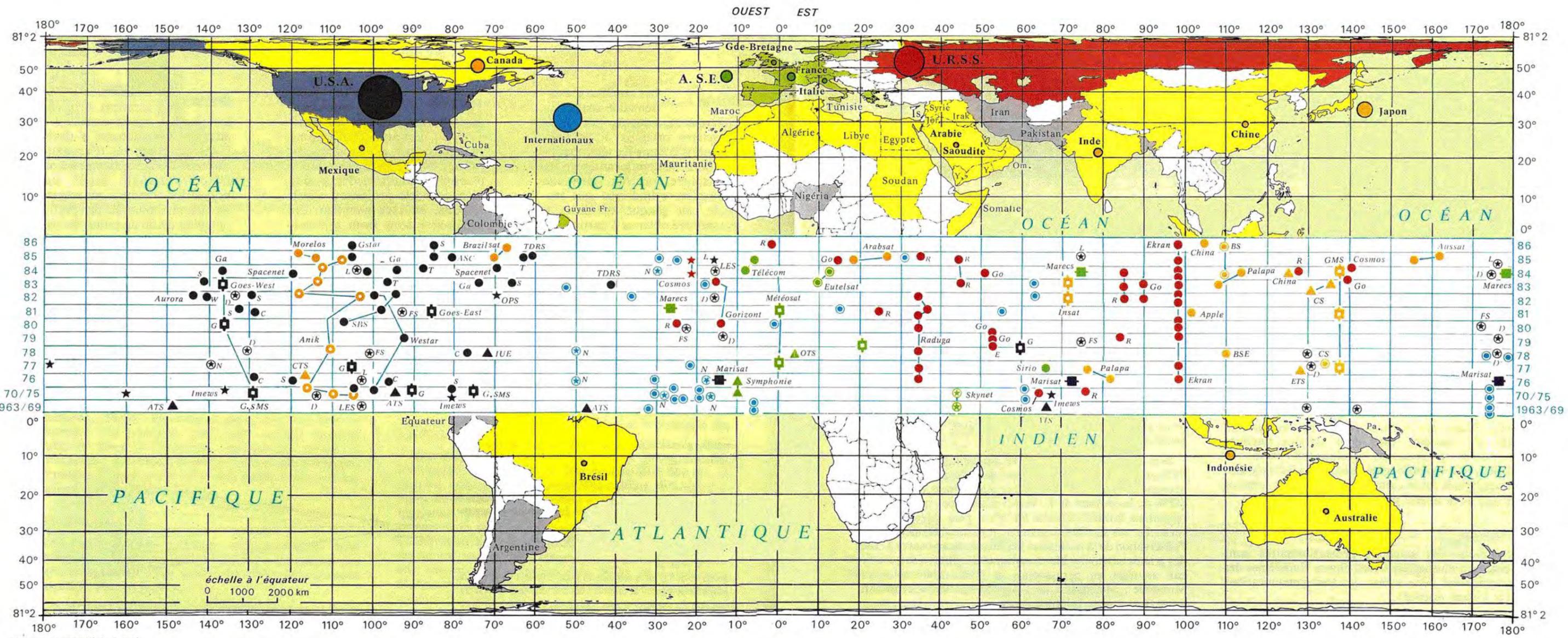
A cette distance, on découvre la Terre dans un cône de 17°, ce qui limite à 81° de latitude nord et 81° de latitude sud la zone terrestre visible (fig. 1). La projection ici utilisée a été établie au laboratoire IMAGEO : il s'agit d'une

projection cylindrique tangente à la ligne de l'équateur ; elle restitue l'image de la Terre « vue » simultanément de tous les points de l'orbite des satellites géostationnaires (fig. 3).

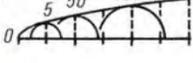
Leur recensement

Le recensement des satellites géostationnaires est difficile. La source fondamentale est le répertoire, publié par l'Union Internationale des Télécommunications, de tous les satellites lancés depuis 1957, où figurent le lieu de lancement, le pays à qui appartient le satellite, les altitudes de l'apogée et du périogée, mais non systématiquement la position en longitude des satellites géostationnaires.

Il faut donc utiliser en appoint d'autres documents, tels les tableaux du Bureau International d'Enregistrement des Fréquences (I.F.R.B.), qui représentent par positions



nombre de satellites lancés de 1963 à 1986



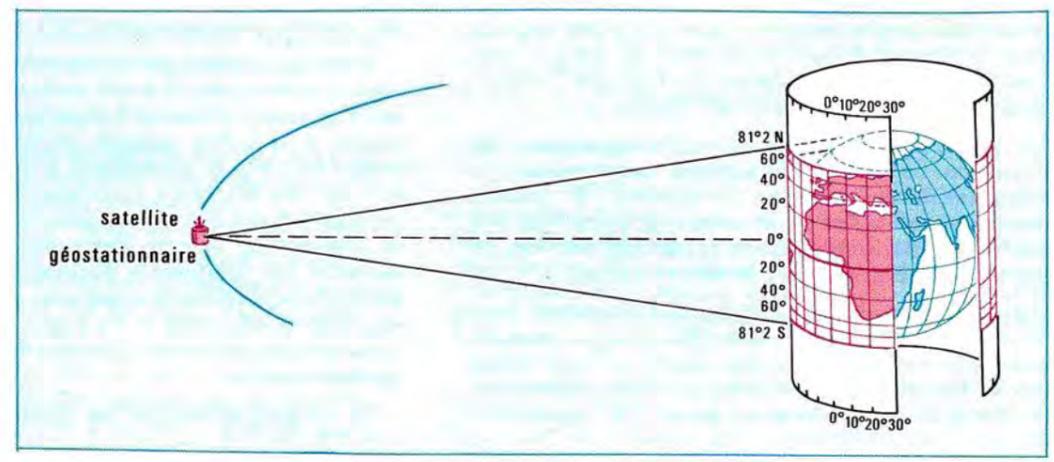
	TÉLÉCOMMUNICATIONS		MOBILES navigation	technologie expériment	MÉTÉOROLOGIE veille météoro-logique mondiale	MILITAIRES autres utilisations
	transfert d'informations civiles	militaires				
INTERNATIONAUX	Intelsat	★		▲		
U.S.A.	●	★	■	▲	◻	★
U.R.S.S.	●					★
AGENCE SPATIALE EUROPEENNE régionaux	●	★	■	▲	◻	
AUTRES PUISSANCES SPATIALES	●			▲	◻	
CANADA	●			▲	◻	
dont JAPON	●			▲	◻	

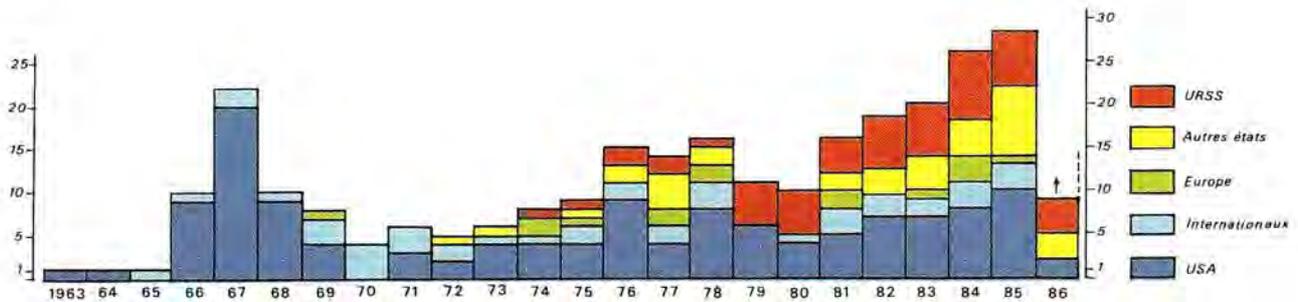
- C- Comstar
- D- DSCS
- E- Ekran
- FS- Fltsatcom
- G- Goes
- Ga- Galaxy
- Go- Gorizont
- L- Leasat
- N- NATO
- R- Raduga
- S- Satcom
- T- Telstar

autres Etats, ne possédant pas de satellites, mais ayant obtenu des positions réservées sur l'orbite des satellites géostationnaires

2. Géographie des satellites géostationnaires

3. Projection cylindrique du planisphère





4. Nombre annuel de satellites géostationnaires lancés par Etats ou groupe d'Etats

orbitales l'ensemble des satellites géostationnaires. Les mentions indiquées (notifiées, en cours de coordination, anticipées) correspondent seulement aux étapes successives d'attribution des fréquences. On ne peut donc pas distinguer avec ce seul document les satellites déjà lancés de ceux qui vont l'être dans six mois.

Ces tableaux ont d'autres inconvénients : un même satellite peut y figurer plusieurs fois puisqu'il est mentionné pour chacune de ses positions successives ; d'autre part, les appellations des satellites ne sont pas obligatoirement identiques à celles du répertoire de l'I.U.T.. Il est ainsi souvent impossible de recouper les informations de deux documents. Seules des sources ponctuelles et diverses permettent d'y remédier, sauf pour certains satellites militaires dont la position, quelquefois même la dénomination, plus encore la mission ne sont pas divulguées. Les satellites figurés sur la carte sont placés à leur position d'origine lors de la mise à poste.

Leurs fonctions

Les fonctions des satellites géostationnaires sont relativement peu diversifiées. Avec quatre cinquièmes des satellites lancés sur cette orbite, les télécommunications constituent l'usage essentiel.

Les premiers satellites géostationnaires Syncom et Early Bird assurent dès 1964 les liaisons téléphoniques transcontinentales ainsi que la transmission d'images de télévision. Le succès obtenu détermine le développement de cette activité. Le souci initial de monopole, très caractéristique des premiers temps de la société internationale Intelsat à dominante américaine, doit se nuancer avec l'apparition de systèmes à vocation plus régionale (Eutelsat, Arabsat) ou même nationale (Anik, Palapa...).

La diversification s'effectue progressivement ; la transmission de données numériques accompagnant le développement des banques de données de grandes entreprises impose la location de canaux sur les satellites déjà existants ou même la construction de satellites réservés à cet usage tels les S.B.S. (Satellite Business Systems).

Outre les communications assurées entre des stations fixes, les satellites géostationnaires comme Marecs servent aussi aux liaisons avec des véhicules en mouvement, tels que navires et avions. Une catégorie particulière, celle des satellites-relais dont T.D.R.S. est un exemple, permet les liaisons avec

certains satellites à défilement comme Landsat 4 et 5 ou avec la navette spatiale. On peut enfin employer les satellites de télécommunication pour la diffusion directe d'émissions de radio et de télévision, appelée à se développer rapidement (projet T.D.F. 1).

Les satellites de télécommunication assurent la plupart de ces fonctions pour des utilisateurs aussi bien civils que militaires. Parmi ces derniers, certains, comme Nato, appartiennent à l'Organisation du Traité de l'Atlantique Nord, ou à un pays particulier, comme le Royaume-Uni pour Skynet. D'autres se partagent entre utilisateurs civils et utilisateurs militaires : dans l'ignorance de leur part respective ils ont été cartographiés avec le symbole des satellites civils.

Bien moins nombreux sont les satellites géostationnaires d'observation de la Terre. A cette altitude de 35 800 km, ils peuvent embrasser une étendue synoptique considérable (42% de la surface de la Terre) mais n'ont qu'une faible résolution au sol (2,5 km ou 5 km pour Météosat). En revanche, ces satellites conviennent particulièrement bien à l'observation de la circulation des masses nuageuses et à celles des grands ensembles bio-climatiques du globe. Cinq d'entre eux assurent en permanence la Veille Météorologique Mondiale : Météosat 2 de l'Agence Spatiale Européenne appartient à cette ceinture.

La répartition des positions

L'étendue du planisphère (fig. 2) montre tout particulièrement la correspondance en longitude des pays et des satellites géostationnaires civils qui les desservent.

Trente-six satellites géostationnaires soviétiques couvrent ainsi le territoire de l'U.R.S.S. sur toute son étendue, et des satellites comme Ekran ou Raduga se succèdent au cours des années à la même position pour assurer des liaisons téléphoniques et la transmission d'émissions de télévision. Les satellites européens, canadiens, arabes ou indonésiens possèdent également des positions de desserte de leur pays et assurent les liaisons internationales. Les Etats-Unis occupent très largement le Pacifique à l'aplomb du pays, tandis que les satellites internationaux se retrouvent au-dessus des océans Atlantique et Pacifique, assurant les liaisons intercontinentales et désenclavant l'Afrique, dépourvue de satellites propres.

Cet alignement national des satellites n'est plus valable

dans le cadre de l'utilisation stratégique de l'orbite géostationnaire. La zone du Pacifique est ainsi couverte par des satellites militaires américains chargés de missions de reconnaissance stratégique (Spacenet) et de communications militaires (D.S.C.S.). On retrouve également au-dessus de l'Atlantique et de l'océan Indien en nombre plus réduit les satellites Fltsatcom qui possèdent la haute priorité des transmissions entre le Président et les forces armées des Etats-Unis. Le souci britannique d'engagement mondial est sensible avec le lancement déjà ancien des satellites Skynet, seuls satellites militaires européens, à l'est de l'Afrique. En revanche, l'Union Soviétique utilise peu pour ses besoins militaires les satellites géostationnaires, auxquels elle préfère les satellites à défilement.

Les Etats-Unis lancent dès 1963 le premier satellite géostationnaire opérationnel. Pendant dix ans, ils sont la seule puissance spatiale à maîtriser cette technique pour leur propre compte ou pour celui de leurs partenaires : la société internationale Intelsat, le Royaume-Uni et le Canada (fig. 4). Sans être aussi spectaculaire que le voyage du premier homme dans l'espace ou, plus tard, la marche sur la Lune, le lancement de satellites géostationnaires présente un caractère commercial attractif. Le nombre des lancements annuels de 1966 à 1969 (10, 17, 10, 8) révèle l'importance de la demande qui se stabilise ensuite autour de cinq lancements par an pour réaugmenter progressivement jusqu'à dix lancements en 1985.

L'U.R.S.S. qui, compte tenu de sa latitude, utilise couramment un système plus économique de satellites à orbite très excentrique et période de douze heures, ne met à poste son premier satellite géostationnaire qu'en 1974. Depuis 1978, toutefois, le nombre de ses lancements annuels devient comparable à celui des Etats-Unis.

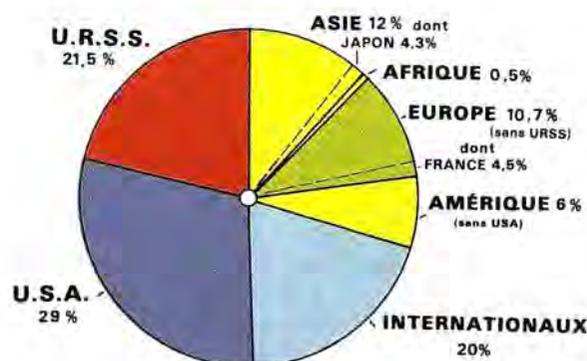
Le Japon utilise en 1977 une fusée largement sous licence américaine pour lancer son premier satellite géostationnaire.

En 1981, l'Europe réussit à son tour le lancement d'un satellite géostationnaire Météosat 2. Il lui aura fallu huit ans pour mener à bien le programme Ariane, décidé à partir d'une intuition de l'essor des télécommunications spatiales.

Dernière venue, la Chine, en 1984, place son premier satellite expérimental de télécommunications à 36 000 km d'altitude.

Face à ce faible nombre de puissances spatiales techniquement capables d'atteindre l'orbite de 36 000 km, le nombre de propriétaires de satellites géostationnaires n'a cessé d'augmenter. Après les Etats-Unis, l'U.R.S.S., le Royaume-Uni et le Canada, la France et l'Italie ont été suivies de l'Indonésie, du Japon, de la Chine, de l'Inde et enfin, depuis 1984, de l'Arabie, du Brésil, du Mexique et de l'Australie.

L'arrêt des vols de la Navette et l'interruption des lancements d'Ariane ont donc provoqué en 1986 une



5. Réservations sur l'orbite des satellites géostationnaires d'après les listes de l'I.F.R.B. (décembre 1985)

accumulation de demandes non satisfaites. L'U.R.S.S. propose des lancements, la Chine aussi et le Japon poursuit activement la construction d'une fusée nationale comparable à Ariane.

Toutefois, la très forte capacité dont les nouveaux satellites de télécommunication sont dotés limite à long terme l'essor du marché des télécommunications. Les attributions de bandes de fréquences vite surchargées sont plutôt le problème principal.

La propriété d'un satellite de télécommunication se révèle aussi un acte politique. Le deuxième satellite Arabsat, par exemple, était économiquement utile compte tenu de la faiblesse des communications réelles entre les pays arabes. La surestimation de ces flux correspond surtout à une volonté politique d'unification des pays arabes engagés ensemble dans la propriété d'un projet de haute technologie.

Les réservations

Les réservations effectuées auprès de l'I.F.R.B. suggèrent l'état prochain de l'orbite (fig. 5). 80% des réservations sont le fait de puissances spatiales déjà bien implantées. Quelques nouveaux pays annoncent leur intention de participer à cette occupation (fig. 2) car la procédure de réservation peut être entamée à l'avance et tombe d'elle-même si le lancement n'est pas effectué dans les trois ans. Il s'agit donc surtout pour les pays en voie de développement de rappeler l'intérêt qu'ils portent à cette orbite particulière. Même dans cette optique, l'Afrique apparaît très peu concernée. On comprend alors mieux les revendications politiques et les difficultés des négociations juridiques qui se développent quant à l'attribution d'espaces et surtout de fréquences préservés pour les Etats qui ne pourront pas posséder leur propre satellite avant plusieurs années.

Références bibliographiques

- Supplément au numéro du *Journal des télécommunications* du mois d'avril 1986, I.U.T., Genève.
- LONG M., 1986, *World Satellite Almanac*, Los Angeles, Commtek Publishing Company.
- SOURBES I., 1983, « Géographie de l'espace circumterrestre », *L'information géographique*, Paris, Masson.
- JANSKY D., 1983, *World Atlas of satellites*, Artech House, Dedham, U.S.A..