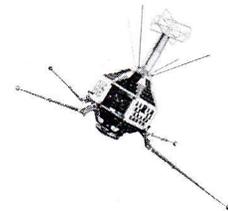
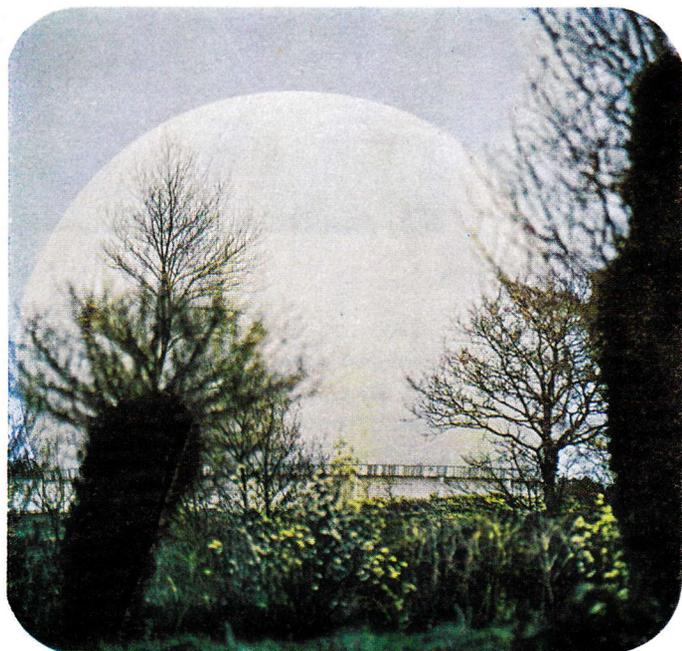


En octobre 1967 sera commémoré le dixième anniversaire du lancement du premier satellite artificiel de la Terre : dix ans seulement, et cependant les satellites feront bientôt partie de notre univers familier ; le lancement d'un nouvel objet spatial, annoncé au rythme moyen de deux par semaine, passe déjà le plus souvent presque inaperçu au milieu des « faits divers ».

# les satellites

PIERRE MARZIN

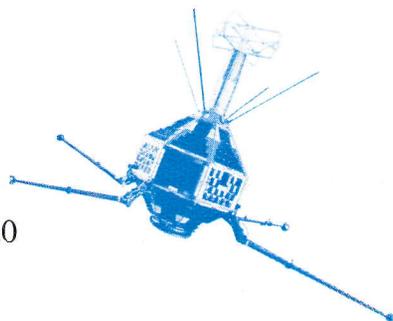
Ingénieur général des télécommunications  
Directeur du C.N.E.T.



La plupart de ces satellites sont encore utilisés, comme au début de l' « ère spatiale », à des fins de recherche, pour améliorer nos connaissances sur l'espace qui nous entoure ; de nombreuses découvertes, effectuées depuis dix ans au moyen de satellites, ont grandement fait progresser notre compréhension des phénomènes de la haute atmosphère : citons à titre d'exemple la mise en évidence dès 1958 des « zones de rayonnements » ou « ceintures de Van Allen », où des particules retenues par le champ magnétique terrestre, entourent notre globe comme un écran ; leur existence a permis d'expliquer un certain nombre de phénomènes jusqu'alors fort mystérieux, comme les orages magnétiques et les aurores polaires. Mentionnons également le satellite de recherche ionosphérique FR-1, destiné à l'étude de la propagation des ondes à très basse fréquence dans l'ionosphère, étudié et réalisé par le Centre National d'Etudes des Télécommunications (C.N.E.T.), responsable de l'expérience à très basse fréquence, et le Centre National d'Etudes Spatiales (C.N.E.S.). Ce satellite, lancé en décembre 1965 par l'Agence Américaine pour l'Aéronautique et l'Espace (N.A.S.A.) a effectué pendant l'année 1966 de nombreuses observations actuellement en cours de dépouillement.

Mais une proportion croissante des cent et quelques satellites lancés chaque année est maintenant destinée à une utilisation particulière : on les désigne habituellement sous le nom de satellites d'application, et quelques-uns sont déjà en exploitation normale, les applications principales se faisant dans le domaine des télécommunications.

Le réseau de télécommunications, chargé de transmettre à grande distance les communications téléphoniques et



télégraphiques, ainsi que les programmes de radiodiffusion et de télévision, ne cesse de s'accroître dans tous les pays, pour les besoins nationaux et internationaux. Aux lignes aériennes, aux câbles souterrains, et aux liaisons radio-électriques en ondes décamétriques (ondes courtes) sont venus s'ajouter depuis une quinzaine d'années les faisceaux hertziens, liaisons radio-électriques à faisceaux

l'équateur et semble stationnaire. Le C.N.E.T. avait mis en service dès juillet 1962 la station de Pleumeur-Bodou, près de Lannion (Côtes-du-Nord), qui lui a permis de prendre part au projet de Telstar et aux autres programmes expérimentaux, puis de participer à l'exploitation régulière d'un satellite comme relais pour des liaisons téléphoniques transatlantiques : à cet effet un grand

# et la vie quotidienne

dirigés fonctionnant en ondes centimétriques et comportant des stations - relais en visibilité directe, et les câbles sous-marins à amplificateurs immergés, qui permettent de traverser les mers. Mais les liaisons à très grande distance, par delà les océans à l'aide de câbles sous-marins, aussi bien que sur terre au moyen de câbles ou de faisceaux hertziens, sont coûteuses : elles nécessitent l'emploi d'un grand nombre d'amplificateurs intermédiaires, dont la qualité de transmission doit être très grande, afin d'éviter l'altération des signaux par l'accumulation des défauts lors de la mise en chaîne de nombreux relais. Aussi dès avant le lancement du premier Spoutnik, des ingénieurs des services de recherche, tels J. R. Pierce en 1955 aux laboratoires de la Bell Telephon, avaient pensé à utiliser des satellites artificiels à haute altitude comme relais dans une liaison de télécommunication entre points éloignés à la surface de la Terre.

Le premier satellite actif de télécommunication fut Telstar 1, construit par les laboratoires de la Bell Telephon et lancé par la N.A.S.A. en juillet 1962 ; il permit pour la première fois la retransmission de programmes de télévision à travers l'Atlantique. Il fut suivi d'autres satellites expérimentaux (Relay 1, Telstar 2 et Relay 2), tous sur des orbites elliptiques d'apogée suffisamment élevé (5 000 à 10 000 kms) pour que la durée de visibilité commune entre l'Europe et les Etats-Unis soit assez longue (de l'ordre de la demi-heure), puis par des satellites expérimentaux synchrones de la série Syncom, dont la période de révolution autour de la Terre est égale à la période de rotation de la Terre autour de l'axe des pôles : si en outre l'orbite est circulaire et située dans le plan de l'équateur le satellite reste à la verticale d'un point de

nombre de pays se sont groupés en 1964 en un consortium international Intelsat, et un satellite stationnaire Early Bird qui peut transmettre 240 voies téléphoniques, a été placé sur orbite au-dessus de l'Atlantique en avril 1965.

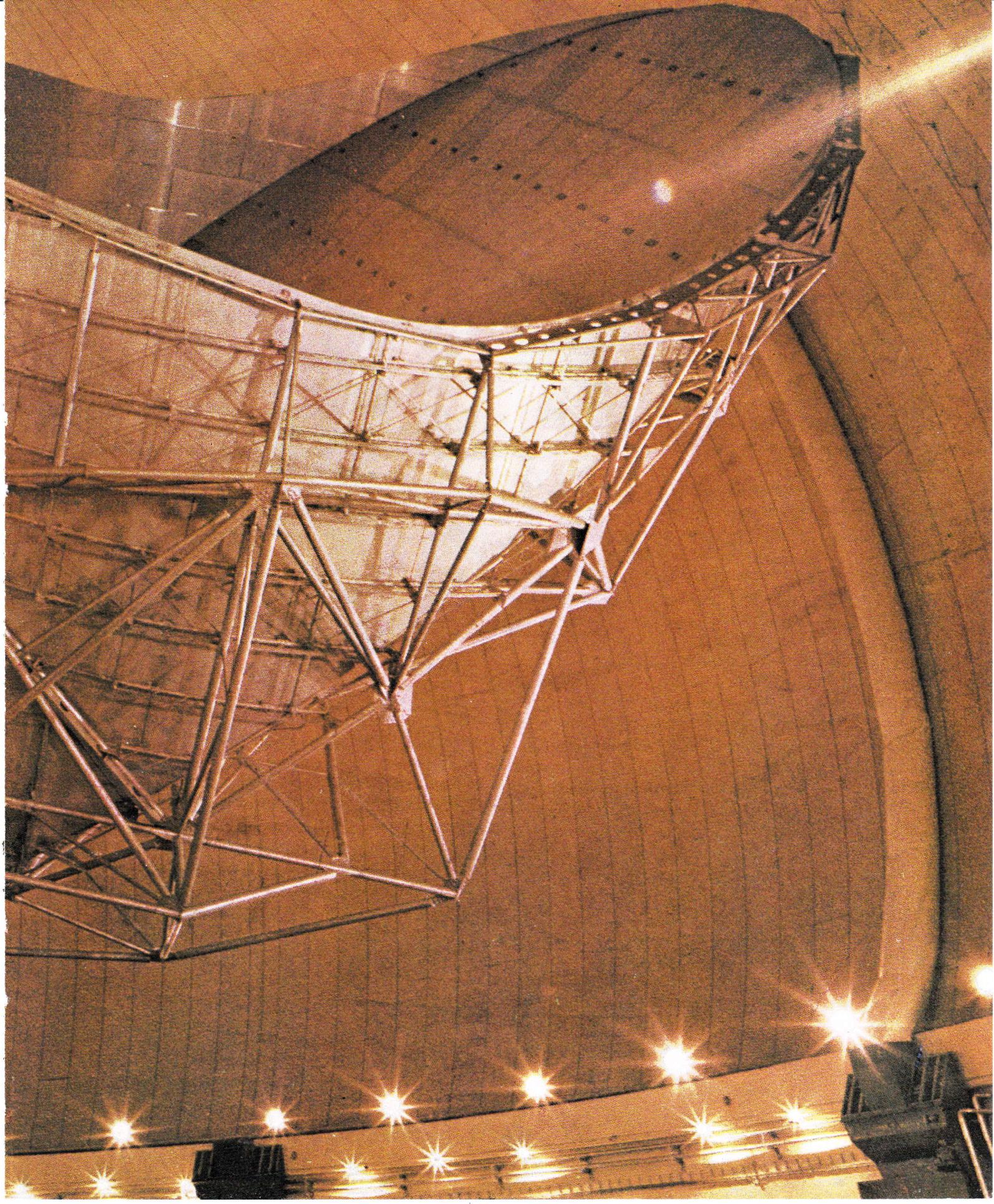
En même temps se développent un certain nombre de projets destinés à assurer au moyen de satellites des services de télécommunication variés, autres que les liaisons du réseau international public. Dans le domaine de la météorologie, il est prévu de recueillir à l'aide de satellites les données brutes provenant de nombreuses stations météorologiques automatiques réparties tout autour du globe et souvent difficiles à joindre par les moyens de télécommunication classiques ; les données seront ensuite transmises à des centres mondiaux, chargés de les rassembler, de les exploiter, et d'établir des prévisions, sous forme de cartes et de diagrammes, qui pourront eux-mêmes être diffusés par satellites auprès des nombreux centres utilisateurs.

La météorologie fait d'ailleurs déjà largement usage de satellites pour prévoir l'évolution des systèmes nuageux : les satellites d'observation expérimentaux du type Tiros ou Nimbus ont permis de mettre au point de 1960 à 1966, les méthodes de photographie qui sont maintenant exploitées sur les satellites météorologiques ESSA, lancés depuis 1966 par la N.A.S.A., pour le compte du service des « sciences de l'environnement » des Etats-Unis, en collaboration avec de nombreux pays ; les photographies sont enregistrées dans le satellite pour retransmission ultérieure, et parfois simultanément émises lorsque le satellite est en visibilité d'une des stations du réseau, grâce à un programme d'émission automatique des images.

---

*En mettant l'espace au service de la Terre,  
les hommes du XX<sup>e</sup> Siècle ne fuient pas  
la vie quotidienne.  
Ils sont à l'écoute du monde de demain.*





D'autre part, le satellite français Eole ou FR. 2, actuellement réalisé par le C.N.E.S. pour être lancé en 1968 par la N.A.S.A., est destiné à recueillir les observations d'un grand nombre de ballons météorologiques plafonnant et dérivant en altitude constante, tout en localisant leur emplacement à chaque interrogation.

D'autres projets concernent la radionavigation : il s'agit d'utiliser un satellite pour localiser avec précision la position des avions, ou des bateaux et pour leur transmettre les données nécessaires à leur navigation ; il semble qu'un tel système sera indispensable pour la sécurité des vols effectués par les avions à grande vitesse actuellement en cours de mise au point, comme le Concorde. La géodésie, qui consiste à repérer avec précision la forme de la Terre et la position relative des différents points sur la Terre, est voisine de la navigation mais nécessite une très grande précision : c'est à cet effet qu'ont été réalisés par le C.N.E.S. les premiers satellites français de la série Diamant.

Une autre application importante en cours de développement est la distribution de programmes de radiodiffusion sonore et même de télévision à un grand nombre de stations de réception à terre. Il est alors souhaitable que l'équipement de ces stations soit le plus simple possible ; à cet effet on cherche à augmenter au maximum la puissance reçue à terre, en augmentant la puissance émise par le satellite et en la concentrant dans un faisceau étroit couvrant les stations de réception. C'est dans ce but qu'est étudié actuellement par le C.N.E.S., le C.N.E.T. et l'Office de Radiodiffusion Télévision Française (O.R.T.F.), le satellite expérimental Saros, satellite stationnaire à faisceaux dirigés vers certaines zones de la terre, où pourraient être reçus un programme de télévision et plusieurs programmes de radiodiffusion sonore ; le même type de satellite pourrait d'ailleurs être utilisé pour des communications téléphoniques et télégraphiques entre points fixes, avec accès d'une douzaine de stations au même satellite. Il n'est pas envisagé pour le moment d'effectuer par satellite la radiodiffusion directe pour le public de programmes sonores ou visuels, car d'une part cela pose encore des problèmes techniques (puissance en particulier) pour le satellite, et d'autre part les différents pays ne souhaitent pas être « inondés » de programmes sur lesquels ils n'auraient aucun contrôle : peut-être cependant la radiodiffusion directe sera-t-elle prochainement envisagée, dès que la technique le permettra, en limitant la zone couverte par

un satellite au territoire d'un pays, ou en limitant les programmes diffusés à ceux qui auront un intérêt international (programmes d'Eurovision, programmes éducatifs ou culturels diffusés par l'U.N.E.S.C.O.). Dès maintenant, le projet Saros, bien qu'il soit né en France, est placé dans un cadre européen : sa mission correspond approximativement à celle définie pour les besoins européens par la Conférence européenne des télécommunications par satellites (C.E.T.S.) et son lancement est prévu, à partir du champ de tir que le C.N.E.S. construit à Kourou (Guyane) au moyen de la fusée Europa-A de l'Organisation européenne pour la construction de lanceurs d'engins spatiaux (ELDO).

On voit, qu'en dehors de leur utilisation au titre de la recherche géophysique, les satellites artificiels prennent progressivement une place importante dans différents services d'exploitation. On a volontairement omis de citer les applications à caractère militaire, limitées en principe à des aspects passifs (satellites dits d'observation, de détection), et celles qui ont pour but d'éventuels services d'astronautique, avec transport de voyageurs dans l'espace, ce qui ne semble pas encore pour demain.



Quelle sera la place prise dans notre vie par les satellites dans une dizaine d'années ? On peut constater que les premières applications sont celles où les satellites assurent un service impossible à assurer par d'autres moyens, par exemple l'observation de la Terre « vue d'en haut » pour photographier les masses nuageuses, comme le font les satellites météorologiques, ou encore des services très difficiles à assurer par des moyens classiques, comme la transmission de programmes de télévision à travers les océans, la radio-navigation aéronautique ou la retransmission de données à partir de stations d'observation inaccessibles ; cela est justifié par le coût élevé de la fabrication et du lancement des satellites.

Cependant, malgré ce coût, les satellites se présentent déjà dans les réseaux de télécommunication comme des concurrents sérieux pour les câbles sous-marins dans le cas de la transmission de plusieurs centaines de circuits

téléphoniques d'un continent à l'autre; avec le perfectionnement des techniques spatiales, le prix de revient des systèmes de transmission par satellite va diminuer, et ceux-ci tendront à se substituer aux systèmes classiques chaque fois qu'ils permettront de simplifier les problèmes d'exploitation : c'est le cas en particulier pour la diffusion de programmes de radio-diffusion sonore et de télévision, mais ce sera le cas aussi pour maint autre service assurant une liaison entre un grand nombre de points répartis dans une certaine aire géographique, et vraisemblablement, compte tenu des développements techniques encore insoupçonnés, pour certains services auxquels on ne pense absolument pas aujourd'hui quand on envisage les applications possibles des satellites.



Il est permis de se demander si le projet Saros ne pourrait pas ouvrir la voie à un progrès décisif des télécommunications. Jusqu'à présent en effet les satellites comme Telstar ou Early Bird ne pouvaient retransmettre des signaux reçus de plusieurs émetteurs en un même temps — qu'il s'agisse de programmes de télévision ou de communications téléphoniques. Avec les satellites à accès multiple, il sera possible d'envoyer des signaux d'origine multiple en direction d'un satellite unique. Le satellite retransmettra vers la terre l'ensemble de ces communications de telle sorte que chaque station de réception captera seulement les messages qui lui sont destinés.

Si l'on veut prendre une comparaison terrestre, ceci reviendrait à dire que tous les circuits entre les principales villes de France devraient systématiquement passer par Paris. Le problème de l'extension du réseau serait alors seulement celui de l'augmentation des liaisons avec Paris, qui jouerait le rôle d'une plaque tournante permettant d'ajuster la capacité des liaisons avec les villes prises deux à deux.

Il peut paraître curieux d'envisager un trajet de 72 000 kilomètres alors que quelques centaines suffiraient par des voies plus « terre à terre ». Que l'on ne s'y trompe pas; si les communications par satellite sont coûteuses, les transmissions terrestres le sont aussi, qu'elles soient assurées par des câbles coaxiaux ou par des faisceaux hertziens que la rotondité de la terre oblige à doter de relais rapprochés. S'il n'est pas question d'acheminer par satellite le trafic de voisinage, les circuits reliant les

métropoles d'équilibre, par exemple, pourraient déjà transiter par satellite dans des conditions économiques satisfaisantes. Le temps joue en faveur des satellites : la fiabilité des lanceurs s'accroît, ainsi que la durée de vie des satellites ; il est possible de mettre sur orbite des satellites de plus en plus lourds, ce qui leur permet de disposer d'une énergie électrique plus considérable. La maîtrise progressive des techniques de stabilisation par gravité permet de pointer le rayonnement des antennes dans des zones restreintes de la terre. Les satellites que l'on sera amené à lancer pour remplacer ceux qui viendraient à cesser de fonctionner permettront sans doute, pour un coût moindre de disposer d'un plus grand nombre de circuits. Enfin les satellites seront très bien adaptés à une mission dont l'importance va croissant : la transmission d'une grande masse de données entre calculateurs.

Ce n'est pas tomber dans la science-fiction que d'avancer qu'un tel réseau pourrait voir le jour dans un avenir rapproché. D'autres pays que le nôtre, d'ailleurs, s'intéressent à l'emploi de satellites pour transmettre des communications nationales. Les Etats-Unis d'abord, qui comptent mettre sur orbite trois satellites, pour leurs besoins intérieurs, et le Pakistan qui, pour des raisons politiques, envisagerait de recourir à un satellite pour les liaisons entre Pakistan occidental et Pakistan oriental. D'autres pays, à la superficie étendue, tel l'Inde, y travaillent avec l'aide de l'Union Internationale des Télécommunications.



La France a l'avantage de bénéficier de l'aboutissement du projet Saros; il est possible, pour un coût du même ordre que celui d'un système nouveau de faisceaux hertziens et avec une date de mise en place au moins aussi rapprochée, de relier par satellite les huit métropoles d'équilibre.

Ne pourrait-on envisager de mettre en place, grâce à un satellite, un réseau de complément qui vienne ajouter ses possibilités à un réseau général trop lourdement chargé? Ceci présenterait sans doute un double avantage : pour les usagers, une commodité supplémentaire; pour les techniciens, une possibilité irremplaçable de raffiner une technique qui, comme l'Aérotrain, révolutionnera peut-être, dès demain notre vie quotidienne.