Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 91 (2000)

Heft: 21

Artikel: Satellites et Multimédia

Autor: Couet, J. / Maugars, D. / Rouffet, D.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-855611

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Satellites et Multimédia

La technologie des satellites permet d'accéder aux services multimédias dans le monde entier

L'explosion de la demande d'accès à l'Internet oblige les opérateurs à déployer de grandes artères de communication dont la capacité augmente à une vitesse exponentielle. Il existe toute une variété de solutions d'accès pour connecter les clients à des serveurs du monde entier par l'intermédiaire de cette infrastructure à haut débit. Cet article montre ce que les systèmes à satellites géostationnaires (GEO) et en orbite basse (LEO) apportent dans ce domaine, complétant et parfois contournant les systèmes d'accès à large bande terrestres.

Positionnement et technologie des satellites

Positionnement sur le marché

La figure 1 montre les principales technologies d'accès à large bande qui permettent la mise en œuvre d'applications multimédias. La technologie HFC (hybrides fibre et coaxial) partage une ressource à haut débit entre des usagers résidentiels. Avec des débits qui dépendent du service offert et de la distance, la technologie DSL (ligne d'abonné numérique) est la meilleure pour connecter des terminaux lorsque les performances de la paire torsadée ne souffrent pas trop de la distance. Par exemple, la ligne d'abonné numérique asymétrique (ADSL) permet de transporter de 500 kbit/s à plusieurs Mbit/s sur une distance de quelques kilomètres à partir du multiplexeur d'accès DSL (DSLAM), tandis que la ligne d'abonné numérique à très haut débit (VDSL) offre jusqu'à 50 Mbit/s mais sur une distance qui dépasse à peine 1 km à partir d'une unité de réseau optique (ONU) qui concentre le trafic local jusqu'au central.

Les technologies radio, les services locaux de distribution multipoint (LMDS) et les satellites peuvent amener rapidement les services multimédias dans des zones où il n'est économiquement pas viable de déployer une infrastructure terrestre ou lorsque l'infrastructure existante appartient à un concurrent. La technologie LMDS autorise un trafic élevé dans les zones à forte densité de population, dans un rayon de quelques kilomètres autour de l'émetteur principal.

Du fait de leur capacité à couvrir de longues distances et des zones étendues, les systèmes à satellites sont traditionnellement destinés à des segments de marché qui réclament une grande couverture (>1600 km) et sont extrêmement efficaces pour les applications de diffusion. Pour les autres services, comme les liaisons à faible trafic avec des endroits isolés, les réseaux superposés à microstations terriennes (VSAT), malgré leur caractère novateur et leur succès, n'ont connu jusqu'ici qu'un développement limité par comparaison avec la diffusion. Cependant, la concurrence et la demande ne cessant d'augmenter, les fournisseurs de services sont contraints de proposer des services de données à haut débit à un rythme accéléré et d'une manière plus offensive. A cet égard, en dehors de leur don d'ubiquité, les nouveaux systèmes à satellites sont des outils idéaux pour entrer sur de nouveaux marchés ou pour concurrencer les opérateurs établis. Cet article passe en revue un certain nombre de réalisations multimédias qui mettent en œuvre la diffusion numérique par satellite (DBS), les nouvelles générations de satellites et de constellations avec traitement à bord (OBP) et le système LEO à large bande Sky Bridge.

Technologie des satellites

Les systèmes géostationnaires peuvent partager les porteuses DVB (diffusion de vidéo numérique) entre des services de

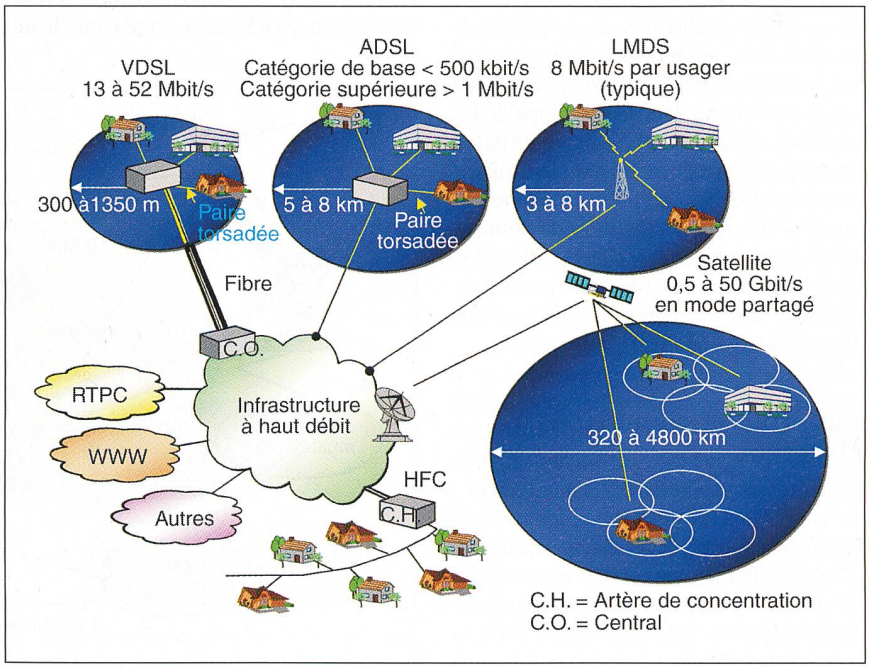


Fig. 1 Principales technologies d'accès à large bande

Adresses des auteurs
J. Couet, vice-président, produits et services, Sky Bridge LP, F-Nanterre, *D. Maugars*, vice-président, multimédia, Alcatel Space Industries, F-Nanterre, *D. Rouffet*, vice-président, ingénierie, Sky Bridge LP, F-Nanterre

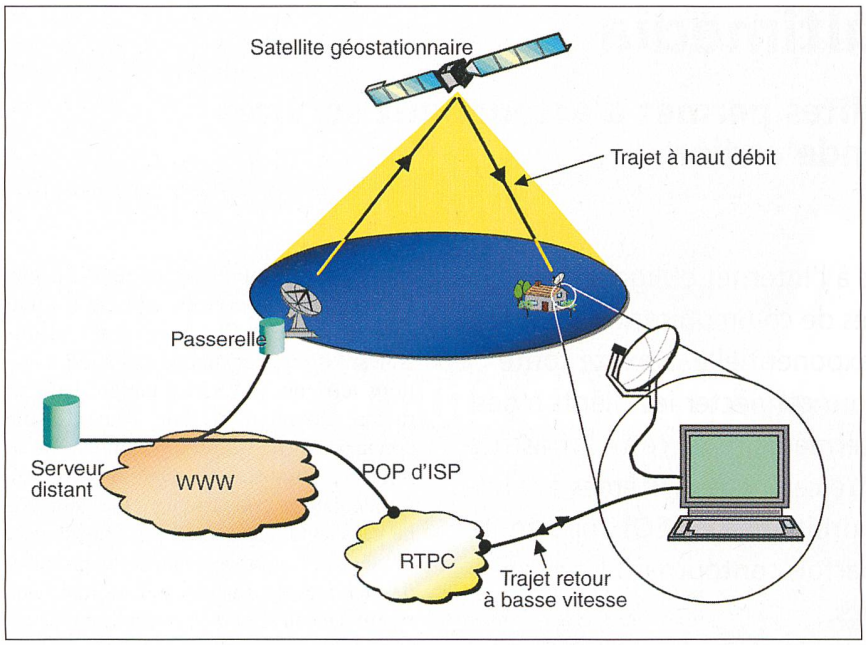


Fig. 2 Téléchargement à grande vitesse à partir de l'Internet via un satellite

diffusion de données, de multidiffusion et vidéo numérique. Toutefois, la compatibilité de tels systèmes avec les applications interactives est quelque peu limitée par la difficulté qu'il y a à tirer parti, économiquement parlant, des performances de la liaison retour au niveau des terminaux d'usager. L'évolution de la technologie des satellites, d'abord avec l'utilisation de faisceaux multiples en bandes Ka, puis avec le traitement à bord, devrait éliminer ce handicap et créer de nouveaux débouchés commerciaux, notamment dans le domaine des VSAT.

Les systèmes à satellites en orbite basse (LEO) permettent de surmonter le problème du temps aller-retour de 500 ms, prohibitif pour les applications en temps réel interactives faisant appel à des satellites GEO. De plus, ils fournissent une capacité plus grande car ils utilisent le spectre de fréquence d'une manière optimale. Comme il est dit plus loin, le système Sky Bridge est le premier système à satellites capable d'offrir ces possibilités sur le marché des systèmes d'accès à large bande.

GEO, DVB et connexions à l'Internet

Les réseaux en étoile DVB à satellites

La norme de diffusion de vidéo numérique par satellite (DVB-S) est la plus utilisée actuellement par les fournisseurs de services de télévision numérique par satellite (fig. 2 et 3). A la fin de 1997, la spécification DVB-S a été étendue pour permettre l'encapsulation de paquets IP dans des trames DVB avec des porteuses supportant jusqu'à 38,02 Mbit/s sur des répéteurs à 36 MHz. Les paquets IP peuvent ainsi être multiplexés avec des bouquets de chaînes de télévision dans des flux DVB/MPEG-2 pour fournir des fichiers multimédias à des groupes d'usagers présélectionnés (multicast) ou à des individus (unicast), dans toute la zone terrestre couverte par les liaisons descendantes du satellite.

Les usagers sont équipés de petites paraboles pointées vers le satellite DBS. Dans le terminal, un convertisseur à faible bruit (LNC) transmet le signal radiofréquence (RF) reçu à une carte de démodulation et d'interface (équipant par exemple un PC ou un appareil indépendant avec ses propres interfaces) qui, avec les droits d'accès appropriés, sélectionne le canal DVB et extrait le flux IP. Les données ainsi récupérées peuvent être enregistrées sur un disque dur ou sur un serveur de fichiers et/ou affichées sur l'écran du PC.

Dans le cas des applications interactives, il faut que les usagers puissent envoyer des requêtes à des serveurs de contenu distants. Ils peuvent ainsi utiliser un modem de PC à 56 kbit/s pour se connecter au point de présence d'un fournisseur de services Internet (POP ISP) via le réseau terrestre, ou un «canal retour de satellite» à bas débit (par exemple 16/64 kbit/s) jusqu'à la passerelle et à ses serveurs caches. Dans ce dernier cas, il faut que les terminaux soient équipés d'un petit émetteur. La bande passante de ces «canaux retour» est réservée sur le satellite (dans la bande Ku ou même dans la bande Ka); la passerelle gère cette ressource (fréquence, débit, IT, etc.).

Réseau et protocoles

Les systèmes hybrides utilisent au moins un canal DVB-S avec des canaux retour terrestres. Ces chemins multiples ayant des caractéristiques très différentes, il convient de les cacher aux applications. Pour cela, un nouveau protocole de routage unidirectionnel (UDLR) a été testé avec succès par l'Inria en coopération avec Alcatel, et son RFC a été soumis à l'Internet Engineering Task Force (IETF).

Lors du transfert de fichiers via un satellite géostationnaire utilisant des protocoles comme TCP/IP, le débit de données

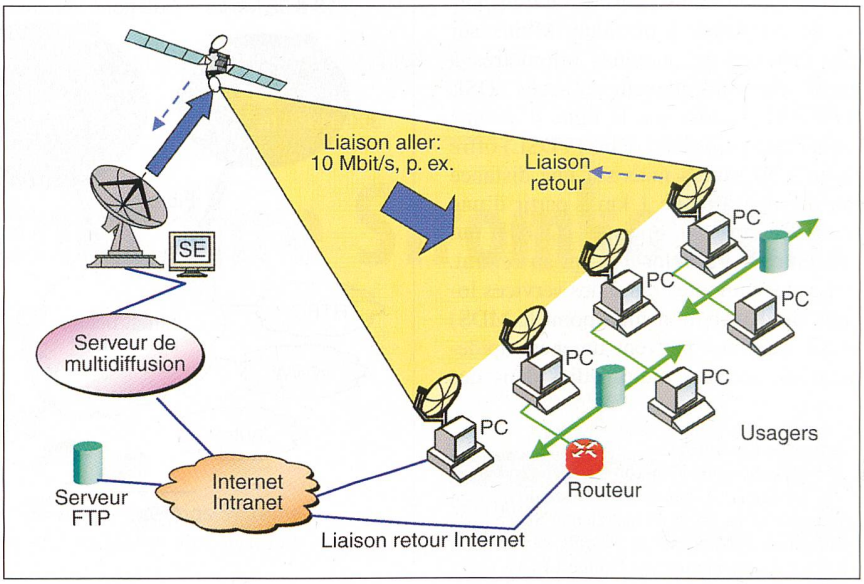


Fig. 3 Diffusion de vidéo numérique

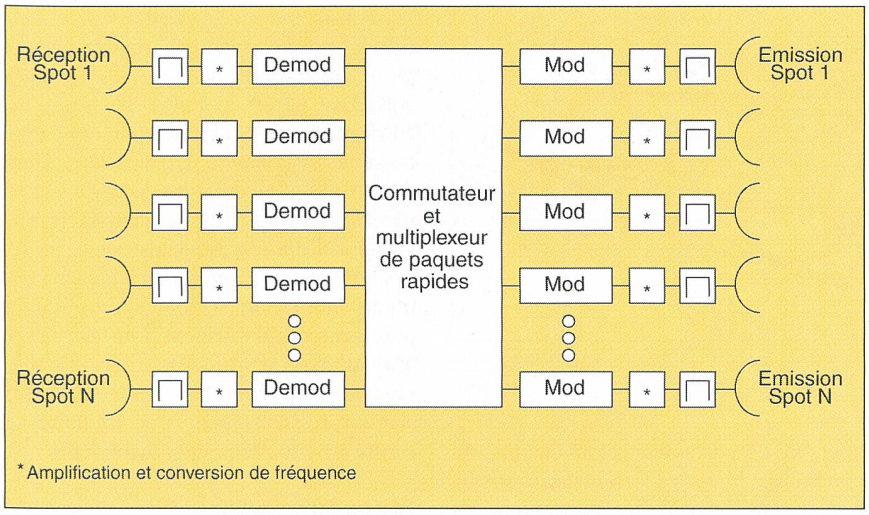


Fig. 4 Schéma d'un processeur de traitement à bord

effectif est naturellement affecté par le délai supplémentaire de 500 ms imposé par le protocole entre les «accusés de réception». Plusieurs méthodes permettent d'atténuer ce problème: elles appartiennent à une famille de solutions privatives qui simulent les réponses attendues (c'est-à-dire les accusés de réception TCP) et/ou jouent sur les fenêtres TCP pour transporter un plus grand nombre de paquets, voire de datagrammes UDP (User Datagram Protocol). Les techniques de simulation sont utilisées depuis de nombreuses années mais elles ont certaines limites en raison de la transparence nécessaire pour les développements futurs (par exemple IPV6/IPSec).

Le traitement à bord et la bande Ka

Les positions orbitales des satellites géostationnaires sont devenues une ressource rare et convoitée. L'orbite géostationnaire étant déjà saturée, une solution consiste à passer à des bandes de fréquence supérieures (de Ku à Ka, puis ultérieurement à la bande V). Cependant, les pertes, notamment l'affaiblissement dû à la pluie, et le coût de la puissance émise sont nettement plus importants. Pour surmonter cette difficulté et tirer parti de l'évolution technologique, on peut passer d'architectures analogiques à «conduit coudé» à des satellites qui régénèrent numériquement les signaux reçus au lieu de se contenter de les filtrer et de les amplifier, c'est-à-dire au traitement à bord (OBP). La figure 4 montre un processeur de traitement à bord.

En outre, avec des antennes à gain plus élevé (Ka par rapport à Ku), le satellite peut produire de nombreux faisceaux étroits. Ainsi, à l'instar des systèmes cellulaires, il est possible de réutiliser les fréquences des petites cellules engendrées par les faisceaux (cellules de 300/500 km). Par suite, comme les systèmes à satellites multifaisceaux pourront créer, sur les continents, de 50 à (peut-être) 100 cellules, la bande passante apparente du satellite sur le continent pourrait être multipliée par 10 ou par 20.

Les avantages en termes de bilan de liaison et qui découlent de la démodulation des porteuses à bord du satellite, le gain élevé des faisceaux étroits et les possibilités de commutation à bord permettent maintenant à de très petits terminaux de communiquer directement entre eux à des débits élevés par l'intermédiaire du satellite et de différents faisceaux sans employer d'amplificateurs ou de grandes antennes (avec des débits de l'ordre de 2 Mbit/s ou plus contre 64/128 kbit/s).

De plus, un concept original de partage de fréquence avec les systèmes GEO et terrestres permet d'utiliser une grande partie du spectre de la bande Ku et d'optimiser la réutilisation de fréquence, grâce à une discrimination géométrique entre les satellites. On obtient ainsi une grande capacité globale qui peut être augmentée en ajoutant des satellites à la constellation.

Architecture

Les principaux éléments du système sont:

- Le segment spatial: il comprend le satellite avec des faisceaux à gain élevé et un routeur à grande vitesse, des équipements de commande au sol avec les stations de télémesure et de commande, qui contrôlent la position et la configuration du satellite, et le système qui gère l'établissement des appels et l'allocation des ressources.
- Le segment terrestre: il est constitué par les terminaux d'usager (professionnels et résidentiels) et de petites passerelles reliées à des ordinateurs hôtes, à des serveurs et à des POP d'ISP ou de fournisseurs de services de réseau (NSP).

Les satellites avec OBP sont équipés d'un commutateur de paquets rapide (fonctionnant, par exemple, à 10 Gbit/s, 5 Gbit/s à l'arrivée et 5 Gbit/s au départ) qui peut router des paquets d'un faisceau à l'autre, assurant une connectivité complète entre les terminaux dans la zone de couverture du satellite. Dans chaque faisceau, des porteuses montantes indépendantes sont reçues et démodulées par le satellite. Les paquets contenant les données sont isolés, acheminés vers des faisceaux différents et regroupés avant

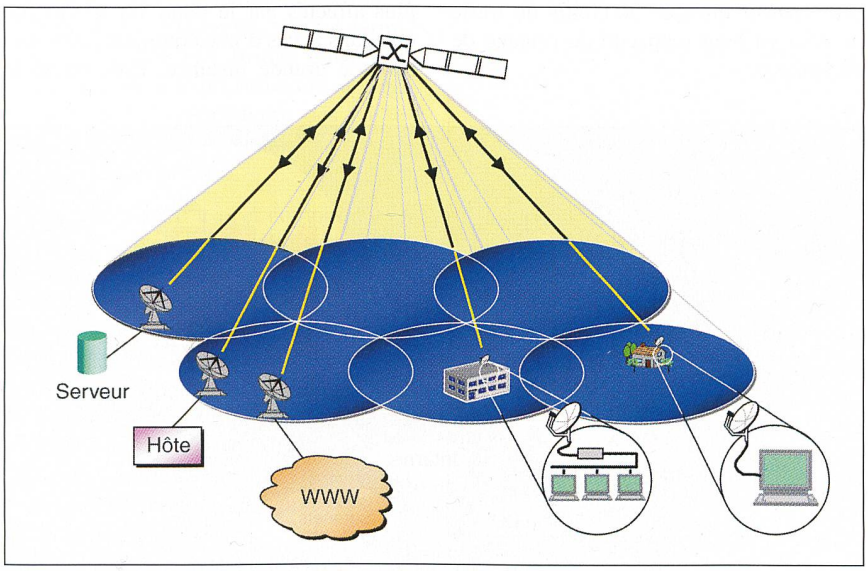


Fig. 5 Réseau superposé VSAT à haut débit fondé sur un satellite équipé d'un module de traitement à bord multifaisceau

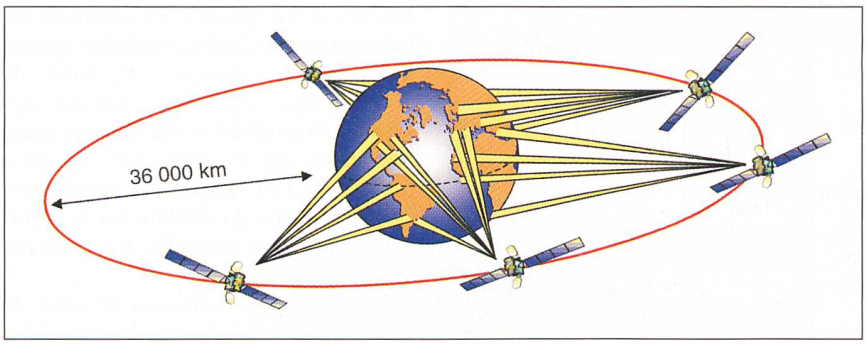


Fig. 6 Constellation de satellites géostationnaires

d'être retransmis vers la terre sur des porteuses descendantes à haut débit (par exemple 155 Mbit/s).

Réseau et protocoles

La possibilité de router des paquets d'un faisceau à l'autre et de mettre en œuvre des liaisons directes point à point et point à multipoint à haut débit conduit à des réseaux superposés VSAT plus simples qui peuvent maintenant accueillir des applications multimédias (fig. 5). Les usagers communiquent directement et simultanément (en un seul bond) avec des serveurs de contenu et des hôtes, les petites stations de connexion pouvant être réparties dans toute la zone de couverture du satellite. Un tel système superposé peut être utilisé efficacement par des entreprises ayant des établissements disséminés dans de vastes zones, ainsi que par des fournisseurs de services pour relier des usagers, des serveurs et des POP communiquant à grande vitesse avec leurs microstations terriennes.

Du point de vue du réseau, le mode de transfert asynchrone (ATM) est le choix obligé pour commuter et multiplexer un trafic hétérogène et fournir différentes qualités de service (QoS) au niveau du satellite. Le système qui gère l'allocation de bande passante dans les différents faisceaux peut établir, à la demande, entre les terminaux, des circuits virtuels permanents ou commutés avec une qualité de service négociée.

Lorsqu'un usager résidentiel connecte son PC à un POP ISP équipé d'un terminal de satellite, ce terminal et les routeurs qui lui sont associés servent de passerelle vers l'Internet. La connexion entre l'usager et l'ISP peut utiliser un ou plusieurs protocoles IP sur point à point (IP/PPP) encapsulés dans des connexions ATM commutées utilisant le satellite. Le PPP peut être terminé au POP, auquel cas les connexions aux serveurs du web peuvent utiliser l'IP à partir de ce point. Il en va de même pour les échanges WAN entre routeurs d'entreprise distants avec des connexions virtuelles permanentes ou commutées entre les terminaux. Dans de nombreux intranets, les connexions au départ de la petite passerelle doivent être encapsulées dans des tunnels du protocole de tunnel de couche 2 (L2TP) jusqu'au fournisseur de services de réseau.

Au point de vue purement protocolaire, l'orbite géostationnaire introduit un délai aller-retour de 500 ms entre les terminaux. Des techniques de simulation doivent être activées entre les terminaux et les serveurs lorsqu'il faut réduire au minimum le délai de transfert de fichiers.

Constellations

GEO à large bande

Avec plusieurs satellites géostationnaires dont les zones de couverture se complètent et se recoupent (fig. 6), on peut déployer un service mondial offrant des fonctionnalités de réseau superposé mondial ou régional. Alcatel Space Industries travaille activement au développement de telles constellations, constituées généralement de 4 à 8 satellites. Avec 4 satellites, de tels systèmes peuvent fournir quelque 30 Gbit/s de trafic de bout en bout (capacité de routage de 60 Gbit/s).

Le lancement des satellites peut s'effectuer progressivement, région par région, en commençant par les marchés «chauds» et en ajoutant des satellites au-dessus d'une région (éventuellement co-situés si la bande passante le permet) au cas où l'augmentation du trafic entraînerait la saturation du premier satellite.

Selon l'optimisation des coûts, un tel système peut utiliser soit des liaisons optiques intersatellites pour court-circuiter purement et simplement l'infrastructure terrestre soit des microstations de connexion pour relier les terminaux à des serveurs distants par l'intermédiaire de l'infrastructure terrestre à haut débit.

LEO à large bande

Indépendamment de sa dimension mondiale, le système Sky Bridge est un système d'accès local à large bande à temps de transmission aller-retour court reliant des terminaux d'usager à des serveurs à large bande sur l'infrastructure de base à haut débit (fig. 7). Avant tout, il repose sur un principe qui est très cher à l'Union Internationale des Télécommunications (UIT): l'acheminement du trafic local dans le pays où il est engendré.

Les connexions sont établies par l'intermédiaire de passerelles régionales et de satellites gravitant à une altitude de 1469 km. Comme la distance les séparant de la constellation est courte, les terminaux peuvent échanger des données à de très hauts débits (n×2 Mbit/s à l'émission et n×20 Mbit/s à la réception) tout en utilisant des émetteurs peu coûteux (d'autant plus que le système Sky Bridge utilise la bande Ku). De plus, comme le temps de transmission est court (30 ms), l'allocation des canaux, les protocoles et les applications en temps réel ne sont pas plus affectés par le bond via le satellite que dans le cas d'une communication terrestre à grande distance. Cela ouvre le

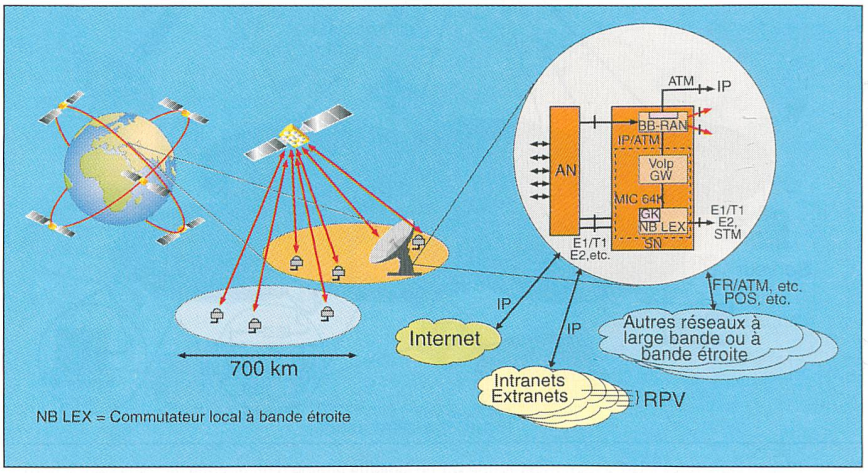


Fig. 7 Architecture d'accès à large bande simple

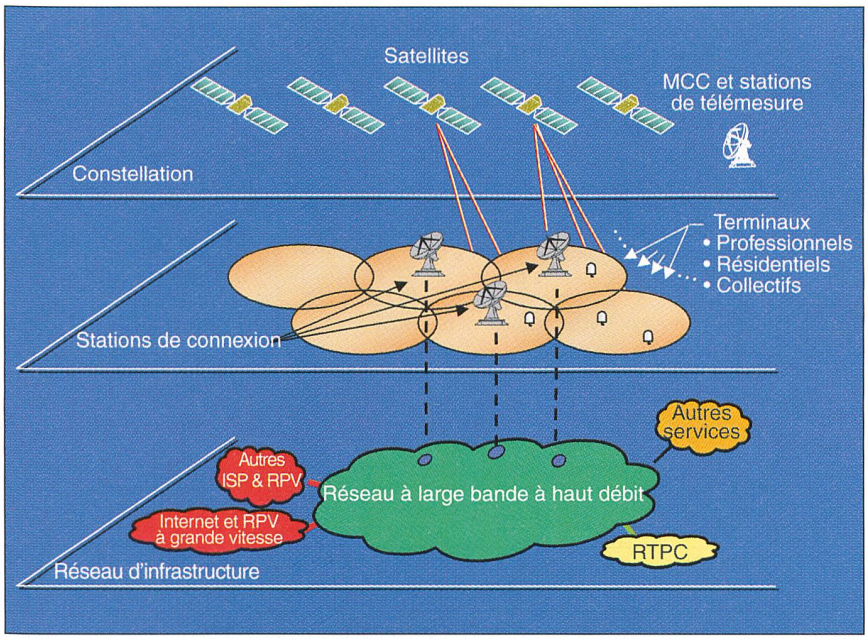


Fig. 8 Principaux éléments du système Sky Bridge

marché à des applications interactives, comme la téléphonie et la visiophonie, le travail coopératif, ou le commerce électronique (cliquer, parler et voir), etc.

Architecture

Le système Sky Bridge se compose de deux principaux segments pour l'accès à l'infrastructure de réseau à large bande (fig. 8):

- Le segment spatial: il comprend la constellation de satellites, le centre de contrôle de l'exploitation des satellites (SCC) et son double en secours, les stations de télémesure et de commande, un centre de gestion de la mission et son double en secours.
- Le segment de télécommunication: il englobe les passerelles et les terminaux d'usager Sky Bridge qui relient les usagers à l'infrastructure à large bande par l'intermédiaire des passerelles, lesquelles relient les usagers aux serveurs distants.

Les terminaux d'usager comportent un système d'antenne qui poursuit les satellites et communique avec une station de connexion par l'intermédiaire de la constellation. Les terminaux sont équipés d'interfaces courantes permettant le raccordement aux équipements multimédias de l'usager (PC, téléphone IP, réseau local, serveurs, PBX IP, etc).

Chaque satellite de la constellation peut produire un groupe de pinceaux fins qui éclairent chacun une cellule fixe de 700 km de diamètre. A tout moment, une cellule est associée à au moins un répéteur transparent, dont la fonction est limitée au filtrage, à l'amplification, à la conversion de fréquence et éventuellement à l'interconnexion des antennes. Chaque signal reçu d'une cellule est retransmis soit à la même cellule, soit à une cellule voisine.

Un terminal est connecté à une unique station de connexion située dans l'une des cellules éclairées par les satellites qui sont en vue. Cette station de connexion établit dynamiquement les connexions virtuelles demandées par les applications de l'usager. Des serveurs locaux distants (intranet ou extranet) peuvent être joints par l'intermédiaire de l'infrastructure à laquelle la station de connexion est reliée (par exemple par des interfaces OC 12 à OC 48).

Alors que le temps que met le signal à atteindre une orbite géostationnaire retarde l'adaptation de la capacité au trafic sporadique qui caractérise les applications multimédias en temps réel, les systèmes LEO fonctionnent d'une manière plus efficace. Premièrement, il n'y a pas de délai important pour la réallocation de la capacité à la réserve de ressources une fois qu'une connexion est libérée. Deuxièmement, le court temps de propagation permet d'allouer la capacité presque «au vol» à l'apparition des rafales de données au niveau des interfaces.

Réseau et protocoles

Les équipements d'usager reliés à un terminal d'usager Sky Bridge peuvent être des routeurs de données courants et/ou des PC, ou encore des téléphones, des visiophones, des téléphones IP ou des PBX IP, car la faible latence est sans effet sur la qualité de service.

Parallèlement, le temps aller-retour étant équivalent à celui d'une communication à grande distance terrestre, on peut utiliser les protocoles de transmission courants entre serveurs et/ou usagers. Nul besoin de techniques de simulation privatives.

Des terminaux (d'usager professionnel par exemple) peuvent être connectés à des interfaces Ethernet et/ou ATM pour écouler du trafic IP. Les usagers peuvent accéder à leur ISP ou NSP par des connexions virtuelles permanentes ou commutées. Le trafic IP est encapsulé dans le PPP entre le ou les terminaux d'usagers et le nœud d'accès à distance à large bande (BBRAN), où les connexions PPP sont soit terminées (fonction de serveur d'accès à large bande) et acheminées en mode IP, soit regroupées sur

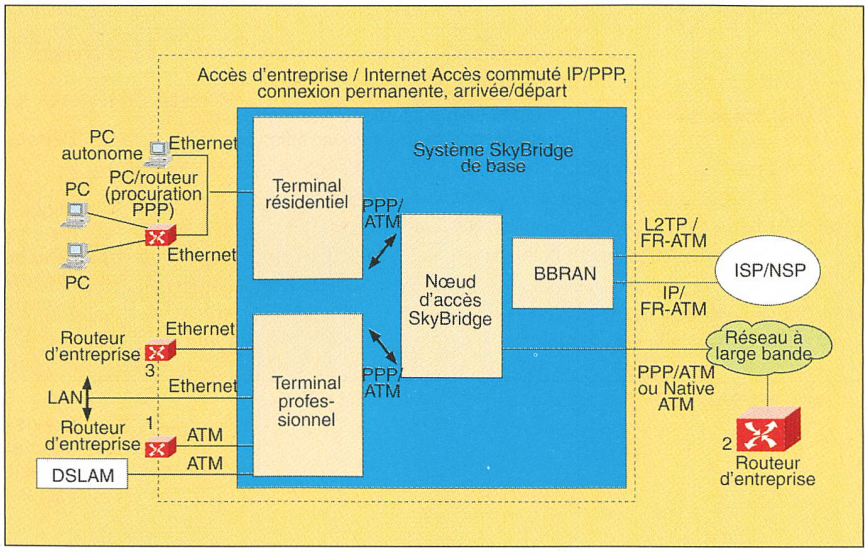


Fig. 9 Internet/accès d'entreprise à l'aide du système Sky Bridge

Performances	Satellite DBS	DBS + retour satellite	Satellite GEO OBP	Sky Bridge
Débit maximal en direction des terminaux	>38 Mbit/s (dans le flux DVB)	>38 Mbit/s (dans le flux DVB)	>100 Mbit/s	N×20 Mbit/s
Débit à partir des terminaux	Modem terrestre: 33/56 kbit/s	Typiquement 16/64 kbit/s (jusqu'à 384 kbit/s avec le produit Alcatel 9780)	Typiquement 2 Mbit/s à 155 Mbit/s pour les passerelles de grande capacité	N×2 Mbit/s
Temps de transmission	Aller et retour 500 ms	Aller et retour 500 ms	Aller et retour 500 ms	Aller et retour 30 ms
Terminaux	DVB + carte de données sur PC + modem PC optionnel ou coffret d'adaptation spécifique	DVB + module extérieur émettant à 3/10 kbit/s + carte de données sur PC + modem PC optionnel ou coffret d'adaptation spécifique	Petits terminaux en bande Ka	Petits terminaux en bande Ku
Couverture	Régionale	Régionale	Régionale et mondiale, si constellation mondiale	Mondiale
Réseau d'accès ou superposé et applications			Essentiellement superposé	Accès
Diffusion et/ou multidiffusion	+++	+++	++	+
Navigation sur le web	+ Gros fichiers; nécessite une liaison retour terrestre	++ Gros fichiers, sinon utilisation de liaisons terrestres	+++	+++
Commerce électronique Transfert de fichiers	+ Nécessite une liaison retour terrestre; utilisation coûteuse du satellite	+	++	+++ Permet les interactions en temps réel, réponse rapide, possibilité de fonctionnalités «cliquer, parler et voir»
Transfert de fichiers	+ Nécessite une liaison retour terrestre; valable pour de gros fichiers, de préférence dans le cadre d'une session de multidiffusion	++ De préférence dans le cadre d'une session de multidiffusion	+++ Protocoles courants; simulations nécessaires. L'allocation temporaire de ressource est nécessaire	+++ Sans impact sur les protocoles courants; grande efficacité de transmission pour les canaux de satellite
Téléphonie et/ou vidéo interactive	sans objet		– Délai satellite 250 ms et temps aller-retour de 500 ms	+++ Temps aller-retour de seulement 30 ms
Travail coopératif	Multidiffusion seulement; nécessite d'autres moyens pour communiquer efficacement		++ Délai de transfert Allocation semi-dynamique de canal prédéterminé (non au vol ou au niveau de la rafale); efficacité MAC réduite par le temps de propagation	+++ Temps réel, vidéo, transfert de fichiers et communications individuelles Allocation dynamique de canaux au niveau de la rafale, compatible avec un trafic à large bande, très sporadique
Réseau VSAT	sans objet		+++ Connexion superposée directe entre terminaux et microstations sur de vastes territoires	++ Complément de WAN à l'aide d'une solution d'accès à large bande

Tab. I Principales caractéristiques des différents systèmes à satellites

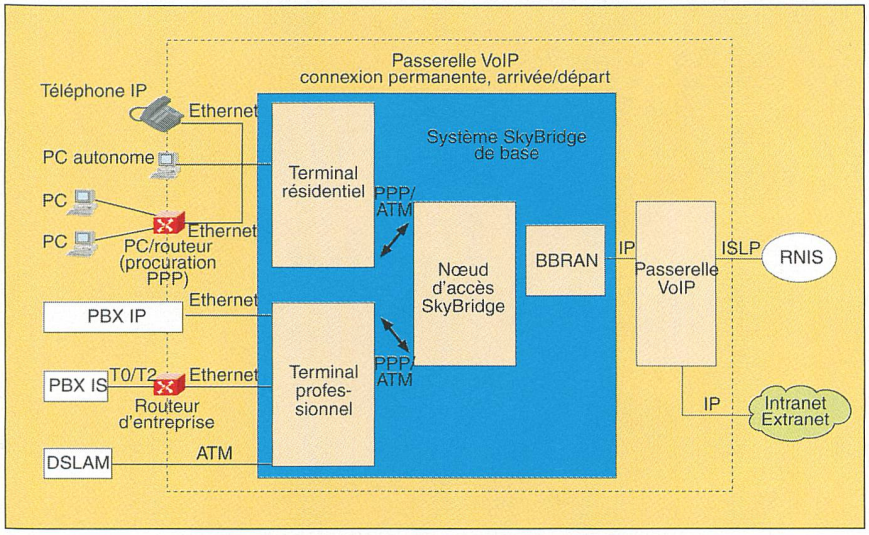


Fig. 10 Passerelle VoIP utilisée avec le système Sky Bridge

des «jonctions virtuelles» L2TP vers un ISP ou NSP donné.

Dans les applications professionnelles, des routeurs locaux peuvent utiliser des interfaces ATM permettant l'établissement de connexions ATM de bout en bout entre routeur local et BBRAN, voire directement entre routeurs d'extrémité (par exemple les routeurs 1 et 2 de la fig. 9). Ces connexions virtuelles peuvent être soit permanentes (le profil comporte alors la QoS associée), soit commutées, auquel cas les paramètres de trafic de la connexion peuvent varier d'une session à l'autre.

La mise en œuvre de la QoS présuppose que tous les routeurs intermédiaires utilisent les fonctionnalités «TOS» ou «DiffServ» du protocole Internet et qu'ils sont donc «sensibles à la QoS».

Par exemple, le système Sky Bridge supporte la voix sur IP (VoIP), également appelée «téléphonie Internet» (fig. 10). Les téléphones IP peuvent se connecter au réseau téléphonique public commuté (RTPC) par l'intermédiaire du BBRAN et d'une passerelle VoIP, qui convertit la voix comprimée et la signalisation en codage MIC courant et en signalisation SS7. A noter que, si l'usager en décide ainsi, le BBRAN peut acheminer l'appel vers un intranet (PBX/IP distant) équipé de routeurs «sensibles à la QoS».

Conclusion et considérations économiques

La technologie des satellites offre une grande variété de solutions pour la transmission multimédia, notamment la télévision numérique, la multidiffusion de données vers des réseaux VSAT superposés de grande capacité et les systèmes d'accès à large bande à faible temps de transmission. Le tableau 1 résume les principales caractéristiques de tels systèmes.

Les systèmes utilisant des satellites DBS pour panacher la diffusion ou la multidiffusion (multicast) IP avec d'autres services peuvent être déployés avec un investissement initial minime. Bien que relativement coûteux pour les applications d'unidiffusion (unicast), le coût de la multidiffusion peut être très compétitif.

En ce qui concerne les nouveaux systèmes à satellites utilisant des faisceaux multiples et des techniques de traitement à bord, les coûts de développement et de déploiement au-dessus d'une région sont plus importants. Toutefois, de tels systèmes pourront offrir des connexions de bout en bout à large bande entre de très petits terminaux et ils conviennent aux réseaux superposés de qualité pouvant court-circuiter l'infrastructure régionale. En outre, le déploiement progressif de satellites dans des créneaux orbitaux appropriés permettra à de tels systèmes d'offrir des services de données à l'échelle mondiale.

Comme il faut une constellation minimum (par exemple 40 satellites) pour lancer le service, l'investissement initial d'un système LEO à large bande peut paraître important. Toutefois, une fois totalement déployée (80 satellites), une telle constellation peut offrir une capacité de 10 à 20 fois supérieure à celle des autres systèmes. Son temps de transmission intrinsèquement court et son coût par M-octet très compétitif permettront de déployer des applications et des services interactifs à haut débit dans de très vastes zones en utilisant de petits terminaux économiques, complétant ainsi les autres systèmes d'accès à large bande.

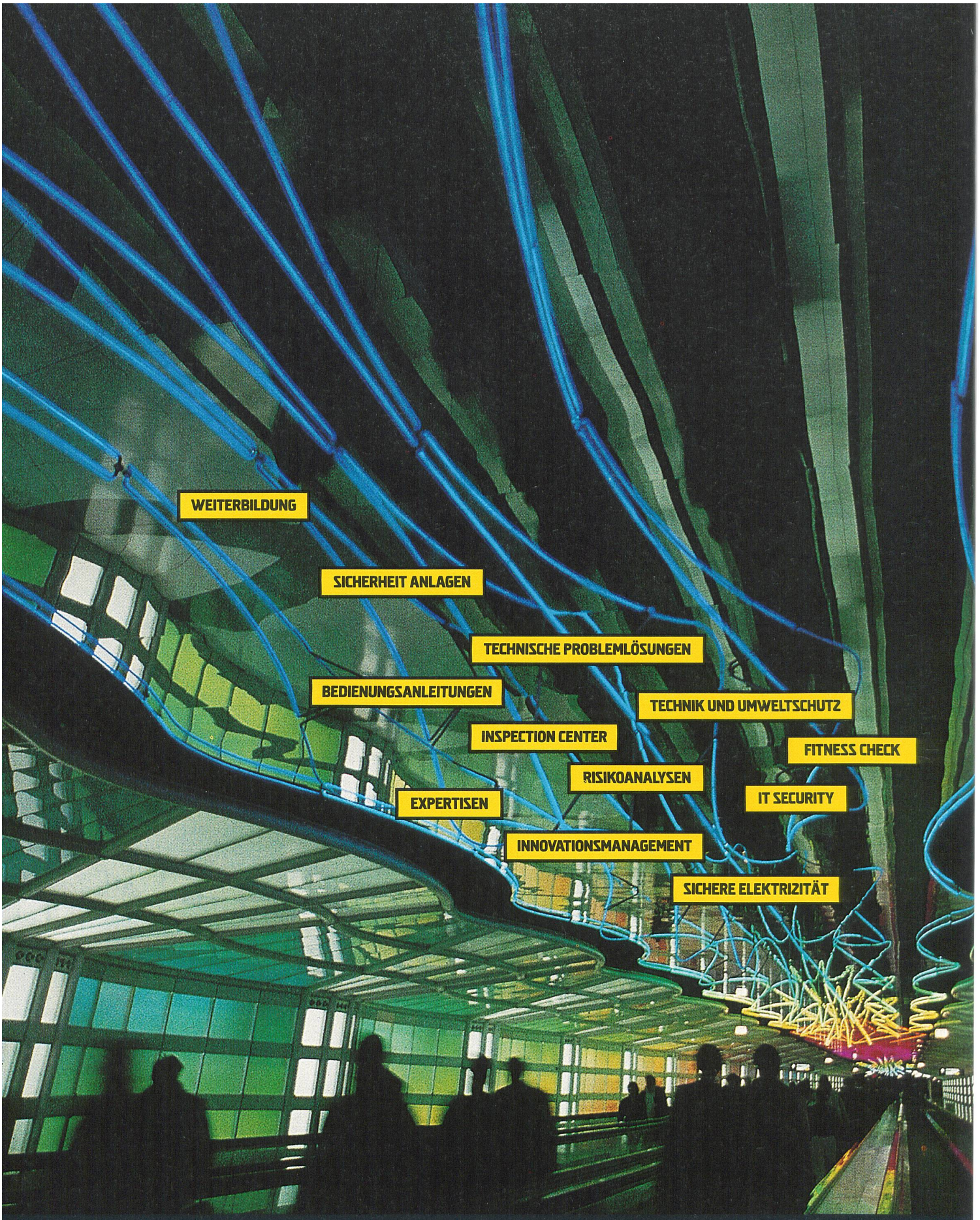
*

Cet article était publié auparavant par la *Revue des Télécommunications d'Alcatel.*

Multimedia ohne Grenzen

Wie Satelliten den weltweiten Datentransfer unterstützen

Die exponentielle Zunahme des Datenverkehrs im Internet erzwingt den zügigen Ausbau der weltweiten Telekommunikationsnetze. Den Netzbetreibern stehen dazu verschiedene Netztechnologien zur Verfügung. Dieser Artikel erläutert den Beitrag, den Satelliten auf geostationären (GEO) und auf niedrigen (LEO) Umlaufbahnen leisten können. Es zeigt sich, dass Satelliten terrestrische Breitbandnetze ergänzen und bisweilen sogar ersetzen können.



Der SEV ist Ihr kompetenter, unabhängiger Partner für alle Fragen der Energie- und Informationstechnik. Das SEV-Konzept TSM® Total Security Management prägt alle unsere Dienstleistungen: Entscheiden Sie sich jetzt für das Know-how und die Beratung des SEV.

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein, Luppmenstrasse 1, CH-8320 Fehraltdorf, Tel. +41 1 956 11 11, Fax +41 1 956 11 22, Internet: www.sev.ch, weitere Niederlassungen: Association Suisse des Electriciens ASE Romandie, Lausanne, DR. GRAF AG/ RISCARE AG, Gerlafingen, SEV (Hong Kong) Ltd., Hong Kong

SEV — Garantiert branchenspezifische Qualitäts- und Sicherheitsmerkmale. Eröffnet neue Möglichkeiten zur Marktprofilierung.

SEV — Garantiert Übereinstimmung mit internationalen Sicherheits-Standards. Ermöglicht internationalen Marktzutritt.

Dieses Zeichen garantiert die sichere Anwendung der Elektrizität.

SEV ASE