

l'internet haut débit par satellite

La technologie de communication de données par satellite permet de relier par radio deux points sur terre distants de plusieurs centaines de kilomètres. Le satellite est la seule technologie qui couvre de très grandes étendues avec un seul équipement d'opérateur et ne présente pas de zones d'ombre. Mais, à l'identique de l'Internet mobile (3G/4G), l'offre de service qu'il autorise est contrainte par sa capacité réduite de transport des informations. Elle amène les fournisseurs d'accès à l'internet à proposer des abonnements structurés de manière à limiter les volumes de données échangées. En outre, s'agissant des satellites géostationnaires actuellement en service, leur position à une altitude de 36 000 km introduit une latence qui peut impacter certains usages, principalement les jeux de type FPS (jeux massivement multi-joueurs, comme des jeux de guerre en réseau principalement).



Satellite NEOSAT - Copyright : © ESA/CARRIL Pierre, 2012

Le nombre d'utilisateurs du satellite s'est développé ces dernières années en réponse aux zones blanches persistantes de l'ADSL pour lesquelles il constitue une solution alternative. Pour faire face à la croissance inexorable des besoins en bande passante, résultat combiné de l'augmentation du nombre d'abonnés et des usages nécessitant de plus en plus de débit, d'autres satellites devront être conçus et mis en orbite pour pouvoir offrir des services de très haut débit à de nombreux usagers.

L'essentiel de la présente fiche est consacré à la fonction desserte du grand public ou des petites entreprises par un accès haut débit à l'internet.

La technologie satellite



L'ONG Kidnected World relie des populations très isolées en Amérique du Sud et en Afrique au reste du monde en partenariat avec l'opérateur satellite Newcom Intl. Ici au Pérou, dans les Andes.

Source : [Satnews](#)

Les satellites qui offrent actuellement des services de télévision ou d'accès haut débit à l'internet sont tous géostationnaires, c'est-à-dire qu'ils sont en position fixe au-dessus d'une zone de la Terre à couvrir. Pour maintenir cette position, ils doivent, pour des raisons physiques, se trouver à 36 000 km d'altitude.

La communication de données par satellite se fait par ondes radio dans des fréquences très hautes (autour de 20GHz) : le signal est envoyé depuis un point A en direction du satellite qui le renvoie vers un point B situé jusqu'à plusieurs centaines de kilomètres du point A.

A l'instar de la fibre optique, le satellite est un moyen d'acheminer le signal aux différents niveaux hiérarchiques des réseaux : transport, collecte, desserte.

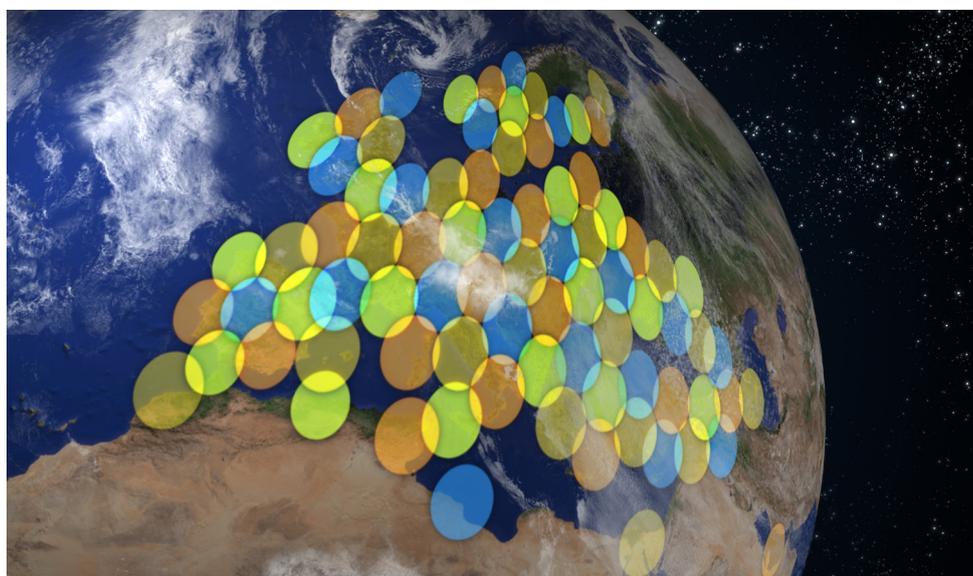
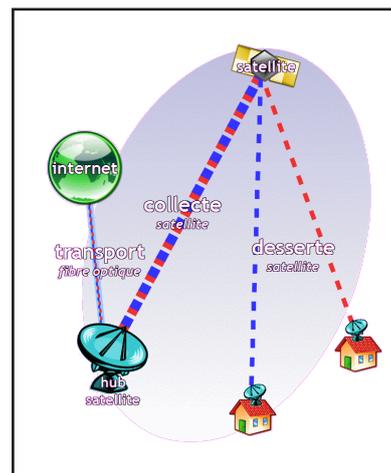
Dans les réseaux de **transport**, le satellite est utilisé depuis les années 1990 soit pour relier des parties du monde non raccordées en fibre optique, soit comme **lien de secours** utilisable en cas de rupture d'un câble optique terrestre ou sous-marin.

En **collecte**, le satellite permet de désenclaver, dans des zones reculées ou au relief difficile, de petits groupes d'utilisateurs partageant un réseau local. Qu'il s'agisse de grandes entreprises ou de populations, leur raccordement par fibre optique et même par faisceau hertzien est, dans ce cas, inenvisageable pour des raisons techniques ou financières.

En **desserte**, le satellite apporte un moyen d'accès à l'internet aux foyers et aux petites entreprises isolées pour lesquelles les autres technologies terrestres sont indisponibles ou n'apportent pas un niveau de service acceptable (schéma ci-contre).

Des hubs satellites (nœuds d'interconnexion entre le satellite et les réseaux de transport terrestres (backbone)) assurent le lien de collecte pour les abonnés au satellite.

Pour accéder au réseau, l'abonné doit s'équiper d'un kit comprenant une antenne parabolique de petit diamètre, progrès rendu possible par l'utilisation de la bande Ka, et d'un décodeur spécifique.



Spots du satellite KA-SAT - Source Eutelsat

Pour couvrir un territoire donné (ici, l'Europe et quelques régions du Maghreb principalement), le satellite gère plusieurs faisceaux (spots) sous la « lumière » desquels les usagers peuvent se connecter.

Avantages et inconvénients du satellite

Les avantages du satellite sont sa disponibilité géographique quasi-totale et le débit montant important proposé aux usagers.

Le principal avantage du satellite est sa disponibilité sur l'ensemble du territoire. En effet, sous un faisceau, il n'existe pas de zone d'ombre ou de zone blanche comme ce peut être le cas pour l'ADSL ou les réseaux radio terrestres, fixes et mobiles. C'est pourquoi le grand public et quelques petites

entreprises recourent à l'internet par satellite là où il ne peut y avoir de couverture ADSL et où les solutions alternatives (comme le Wi-Fi ou le WiMAX) restent trop coûteuses compte tenu de la faible clientèle de la zone.



Kit satellite en bande KA : la parabole de 77cm de diamètre, la tête de réception et le décodeur. - Source Tooway

Le satellite offre en ce cas l'avantage d'un coût quasiment proportionnel au nombre d'utilisateurs : lorsqu'il y a très peu de clients et que ceux-ci sont dispersés, il pourra être plus intéressant de financer une parabole pour chacun d'eux, que d'investir dans un réseau radio de type Wi-Fi ou WiMAX, dont les coûts dépendent davantage des surfaces des zones à couvrir que du nombre d'utilisateurs.

Il suffit, pour bénéficier d'une connexion à haut débit, d'équiper l'utilisateur d'un kit satellite, et de pouvoir installer en hauteur une antenne parabolique qui soit en vue directe du ciel vers le Sud.

Le satellite peut également constituer une solution transitoire pour des utilisateurs aux besoins limités mais à satisfaire rapidement, en attendant le déploiement d'un réseau plus performant à l'échelle du territoire concerné.

A noter que, dès à présent, le débit montant est plusieurs fois supérieur à celui proposé aujourd'hui par l'ADSL (jusqu'à 6Mbit/s).

Enfin, la technologie satellitaire ne représente aucun coût d'infrastructure de réseau pour la collectivité publique.

Les inconvénients du satellite sont la conséquence directe ou indirecte de contraintes techniques.

L'abonné doit acquérir, pour se raccorder au réseau, un équipement de réception et d'émission plus complexe qu'une simple box ADSL ou fibre. Ce kit satellite qui comprend au minimum une antenne parabolique et un modem, est normalement facturé environ 400€. Toutefois, il peut faire l'objet d'une réduction sensible de prix, à l'occasion d'une promotion commerciale ou en échange d'un engagement de durée d'abonnement de deux ans. Enfin, dans le cadre du Plan France Très Haut Débit (volet «inclusion numérique», programme «Ecoles connectées»), l'Etat et les collectivités territoriales subventionnent son acquisition dans des proportions importantes.

Au plan des performances, après des débuts de commercialisation proposant des débits de quelques Mbit/s, les FAI affichent désormais des débits jusqu'à 20 ou 22Mbit/s, à la hauteur des autres technologies les plus répandues. Comme avec d'autres technologies (3G/4G), ce débit crête peut temporairement baisser aux heures de pointe.

La capacité de transport de données de chaque faisceau est partagée entre tous les abonnés qu'il couvre. Pour cette raison, l'opérateur peut être amené à suspendre, à l'échelle d'un faisceau, la commercialisation de services vers de nouveaux abonnés si le ratio entre le nombre d'abonnés couverts et le débit disponible l'exige pour une qualité de service acceptable.

La position géostationnaire du satellite impose un éloignement de la Terre tel qu'il crée un délai de transmission, appelé latence, très important : à titre d'illustration, la latence aller-retour oscille autour de

700 ms, contre 60 ms pour l'ADSL.

Ce délai pénalise ou rend impossibles quelques applications en temps réel exigeantes, comme les jeux FPS (first person shooter) ou de stratégie (plus de 30% des internautes pratiquent les jeux en ligne).

Il rend aussi inconfortables les communications téléphoniques qui donnent l'impression d'une conversation half duplex (où l'on parle à tour de rôle), en raison également de la nécessité de mettre en place des annulateurs d'écho. Il n'est malheureusement pas possible de réduire significativement la latence par des améliorations techniques, celle-ci étant directement liée au temps de propagation du signal à la vitesse de la lumière : $(36\,000\text{ km} \times 2) / 300\,000\text{ km/s} = \frac{1}{4}$ de seconde, le double pour l'aller-retour, auquel s'ajoute le temps de traitement au sol et au niveau du satellite. En revanche, il est possible de limiter l'effet de la latence. Les terminaux intègrent différentes solutions d'accélération du protocole de transfert (TCP) par exemple.

Par construction, le satellite dédié à l'internet ne transporte pas de programmes de télévision. Cependant, il est possible de bénéficier de services de TV à partir de la même antenne parabolique. Pour utiliser la télévision par satellite, l'utilisateur doit s'équiper d'un décodeur TV et d'une seconde tête de réception à placer sur la même parabole.

Le triple-play est donc possible par options, même s'il ne s'agit pas d'une offre semblable à celles qu'on peut connaître sur les réseaux filaires.

Par ailleurs, le satellite est sensible aux conditions météorologiques : ses performances peuvent se trouver altérées en cas de très fortes pluies ou de neige intense.

Enfin, pour une offre triple-play classique semblable à celle proposée sur le réseau DSL (internet haut débit illimité, téléphonie illimitée en France et vers des dizaines de destinations internationales, appels vers les mobiles inclus, bouquet de chaînes de télévision gratuite), le coût total de l'abonnement satellite de base et des options est sensiblement plus cher que celui d'un abonnement utilisant d'autres technologies.

Seul l'abonnement mensuel pour les offres d'entrée de gamme est de l'ordre de ce que pratiquent les opérateurs et fournisseurs d'accès à l'internet (FAI) utilisant les autres technologies, avec une différence importante : l'abonné doit accepter que son trafic soit limité en volume de données

reçues et émises à un quota fixé par contrat (ex : 15 gigaoctets par mois). Plus ce quota augmente, plus le coût de l'abonnement s'éloigne des tarifs des technologies concurrentes, sans qu'il soit possible de bénéficier d'un trafic illimité.

Pour finir, l'utilisateur est invité à respecter un code de bonne conduite («fair use policy») en évitant des téléchargements trop importants. En cas de dépassement, l'accès est automatiquement bridé en bas débit, suffisant pour la consultation des courriels, comme cela se pratique pour l'internet mobile et pour la même raison : ne pas encombrer le réseau qui n'a pas été dimensionné pour de tels usages.

Les acteurs

On distingue deux catégories d'acteurs :

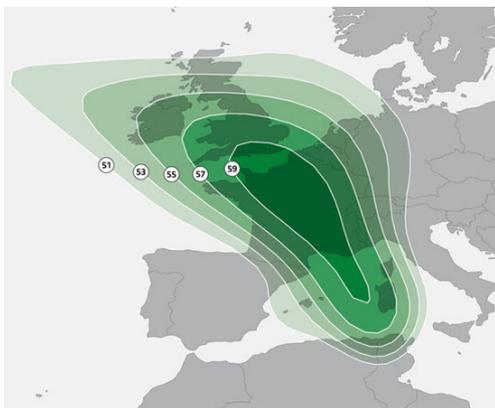
- les opérateurs satellite
- les fournisseurs d'accès à l'internet.

Les opérateurs propriétaires des satellites font construire et lancer, puis exploitent les satellites, commercialisant leur bande passante auprès de fournisseurs de services (diffuseurs audiovisuel, fournisseurs d'accès à l'internet...). Ils ont donc un rôle d'opérateur d'opérateurs et ne sont pas connus de l'abonné final.

Actuellement, pour l'accès haut débit à l'internet, la France est couverte par deux satellites : KA-SAT, propriété d'Eutelsat, et ASTRA-2F, propriété de SES.

KA-SAT, lancé fin 2010, dispose de 82 faisceaux en orbite reliés à un réseau de huit stations au sol connectées à la dorsale Internet. Sa capacité totale est de plus de 90 Gbit/s. Ce satellite est le premier en Europe de la génération des satellites de grande capacité qui se répand actuellement dans le monde. La France est couverte globalement par une dizaine de faisceaux. La plupart sont partagés avec des pays limitrophes, de sorte qu'en première approche, au prorata des surfaces couvertes, la capacité disponible sur le territoire national peut être estimée à sept faisceaux, ce qui représente une bande passante totale de 8 Gbit/s, étant entendu qu'il n'est pas possible de répartir le trafic des abonnés entre faisceaux très sollicités et faisceaux sous utilisés. Les prochaines générations de satellites devraient être davantage flexibles.

Ainsi Eutelsat pourrait, dans deux ou trois ans, doubler ou tripler la capacité aujourd'hui permise par KA-SAT sur le territoire national. Eutelsat travaille également avec les acteurs du COSPACE (comité de concertation entre l'Etat et l'industrie spatiale) à un concept de satellites VHTS (very high throughput satellites) d'une capacité totale de 1 Tbit/s, dont une part importante pourrait être réservée à la France selon le nombre d'utilisateurs et le calendrier prévisible de la montée en charge de la demande.



Couverture France AATRA-2F en bande KA.
Source EutelSat

Astra-2F propose, sur la France entière, une offre d'accès à l'internet haut débit, distribuée par les mêmes FAI. A ce jour, il peut commercialiser des offres similaires à celles de son concurrent sur l'ensemble du territoire.

Les fournisseurs d'accès à l'internet par satellite achètent des prestations en gros aux opérateurs (bande passante entre le satellite et la Terre) qu'ils utilisent pour commercialiser des abonnements au détail (ex : offre Tooway d'EutelSat). Ils doivent donc disposer d'un nœud d'interconnexion avec le réseau internet global et, si le lien satellite ne va pas jusqu'à l'utilisateur final (cas du satellite utilisé en collecte), d'un réseau de desserte.

Structure des offres commerciales

Une présentation simple des offres n'est pas chose aisée, car les FAI mêlent dans leurs offres des services de voix plus riches avec des quotas croissants de données à échanger sur le réseau. Il est toutefois possible de relever quelques principes.

Chacune des options fait l'objet d'un supplément de coût de 5, 10 ou 25€ selon son objet (plus gros quota de données, téléphonie plus complète, matériel supplémentaire en location), de sorte que, pour une offre en théorie équivalente à une offre triple-play DSL ou FttH, il faut prévoir plus de 70€/mois (exception faite du trafic illimité toute la journée qui n'existe pas).

Les débits montant et descendant

Une seule proposition de débit est faite dans les offres grand public : un débit montant de 2 à 6 Mbit/s, un débit descendant 20 ou 22 Mbit/s. Autrement dit, l'utilisateur peut, en théorie, bénéficier de ce niveau de débit dès l'offre entrée de gamme.

Dès que 20 % du quota de données est utilisé, le débit montant est réduit de moitié. Quand le quota est atteint, le débit dans les deux sens est ramené à 64 kbit/s jusqu'au premier jour du mois d'abonnement suivant.

Tranches horaires

Des heures creuses, de 23h00 à 18h00 le lendemain, d'où il faut déduire que les heures de pointe se situent en fin de soirée, quand les abonnés regagnent leur domicile. En heures creuses, il est proposé en option un important quota de données supplémentaires, supérieur au quota en heure de pointe, pour 25€ de plus.

Des heures très creuses, de minuit à 6h00, quand la majorité des abonnés dorment, pendant lesquelles le trafic est illimité, sauf sur les offres d'entrée de gamme.

Quotas de données

Le FAI totalise les données téléchargées dans les sens de transmission, descendant et montant, et propose de quotas allant de 10 à 50 gigaoctets. Les données non consommées ne sont pas reportables sur le mois suivant.

Quand le quota prévu dans la formule d'abonnement est atteint avant la fin du mois courant, le débit est réduit au minimum (64 kbit/s dans les deux sens).

Toutefois, le client a la possibilité d'acheter des gigaoctets supplémentaires sans limite de validité (15€).

La téléphonie

L'offre de trafic illimité commence par le trafic vers les fixes en France seulement, puis il est possible d'ajouter des dizaines de destinations internationales, ainsi que les mobiles en France et quelques destinations internationales.

A noter que le volume de données produit par les communications téléphoniques est décompté du quota de l'offre.

La télévision

L'accès aux bouquets de chaînes, gratuites ou payantes, est assuré par un autre satellite dédié, lui, à la télévision, ce qui permet de ne pas consommer inutilement la bande passante pour l'internet.

Pour accéder à ces chaînes TV, il faut s'équiper d'une tête d'antenne et d'un décodeur supplémentaire, à acheter ou bien à louer.

Et demain ?

Dans le cadre du plan France Très Haut Débit, les collectivités ont souvent inclus les solutions d'internet par satellite dans leurs dossiers, le cahier des charges de l'appel à projets en son chapitre Inclusion numérique prévoyant une subvention des kits. Des milliers de clients potentiels pourraient donc se faire connaître dans les prochaines années. Les opérateurs de satellites vont donc devoir faire face à une demande croissante de la part du grand public.

L'industrie et le Centre National d'Études Spatiales (programme THD-Sat, Programme d'Investissements d'Avenir) travaillent à différentes innovations pour augmenter considérablement la bande passante disponible tout en divisant le coût par trois et réduire le plus possible la latence.

Pour augmenter la capacité des satellites géostationnaires, il conviendra par exemple de réduire la taille des spots et d'utiliser une bande de fréquences plus élevées (Q/V) pour la liaison entre le satellite et les stations au sol.

Pour réduire la latence à une valeur compatible avec tous les usages actuels et à venir, il existe une seule solution : rapprocher les satellites de la Terre, et en multiplier le nombre. Ce sera chose faite avec les constellations de satellites en orbite basse, qui apporteront en outre une grande capacité de transport de trafic des usagers et assureront la couverture complète du globe, y compris dans des zones peu peuplées.

Après plusieurs tentatives avortées ces dernières années, un nouveau projet vient d'être lancé qui a commencé à rassembler les financements de grands acteurs du secteur.

Pour en savoir plus ...

Site [SES/Astra](#)

Site [Eutelsat/KA-SAT](#)

Site [Agence du numérique](#).