

Brettonnière Marc

3TC

Camus David

Groupe 2

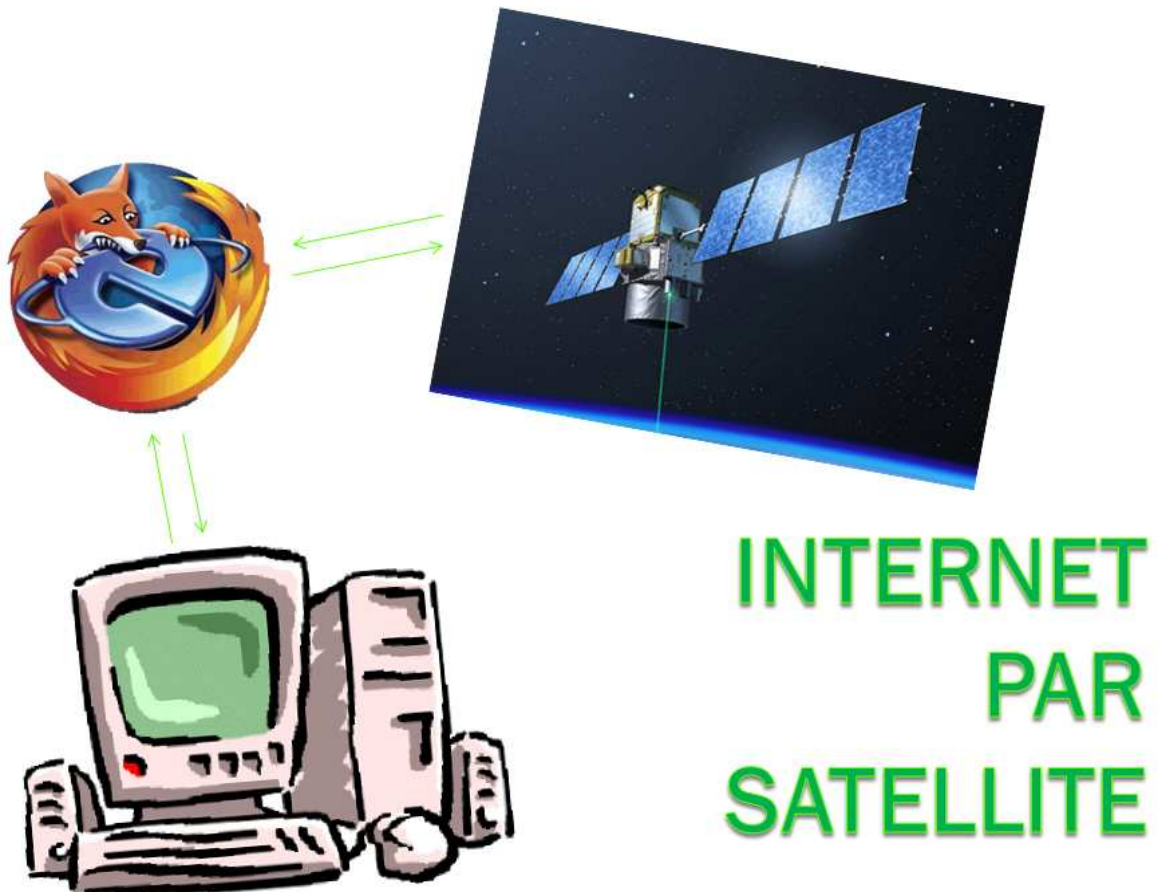
Cherkaoui Soukaïna

Enseignant : Claude GUEDAT

Clair Benoît

Tuteur : Céline NGUYEN

Culture Générale des Télécoms



**INTERNET
PAR
SATELLITE**

Sommaire

Introduction.....	3
A) Télécommunication par satellite	4
1) Mise en orbite d'un satellite	4
2) Architecture d'un système de communication par satellite	6
3) Architecture d'un satellite.....	7
4) Techniques de transmission des informations.....	8
B) Aspect logiciel et matériel de l'Internet par satellite.....	12
1) De la nécessité d'évolution	13
2) Adaptation logicielle.....	16
3) Architecture matérielle	18
C) Quel usage pour l'Internet par satellite	20
1) A qui est destiné ce service?	20
2) A quel prix peut-on s'offrir un abonnement internet par satellite	21
3) Existe-t-il des subventions pour l'internet en haut débit en zones blanches? (en France.....	22
4) Comment s'équiper de l'internet par satellite?	22
5) Quels sont les retours des usagers et les appréciations de ce service?.....	24
D) Etude du marché de l'Internet par satellite.....	25
1) La réponse à un besoin.....	25
Pourquoi choisir une connexion satellitaire ?	25
Le retard Français :	26
Un retard à rattraper :	27
2) Le marché actuel	27
Un marché plus favorable :	27
Les offres de service :	29
Les différents fournisseurs d'accès en France :.....	30
3) Un marché d'avenir	31
L'accès Internet par satellite a grandi, en 2010 il sera majeur :	31
Les projets émergents:	31
4) Actualités.....	33
Conclusion	37
Bibliographie:	38

Introduction

Depuis le début des années 90, internet n'a cessé de se développer et de prendre de plus en plus de place pour voir son nombre d'utilisateurs passer de quelques milliers à plus de 300 millions 10 ans plus tard, et environ 1,5 milliard aujourd'hui. Ainsi un réseau filaire de plus en plus important a crû, et continue encore de s'agrandir compte tenu des quelques 800 millions d'utilisateurs qui devraient rejoindre la toile d'ici 4 ans.

Or en parallèle de ce phénomène, eu lieu la conquête spatiale et le développement des télécommunications par satellite. Ces derniers permettent en effet, de transmettre une information d'un bout à l'autre de la planète en quelques instants. On a donc vu depuis quelques années, converger ces deux technologies pour donner l'internet par satellite, et ainsi permettre à tout usager d'accéder à internet quelque soit son lieu d'habitation.

Cependant, les réseaux filaires demeurent l'accès privilégié des internautes, on est alors en droit de se poser cette question :

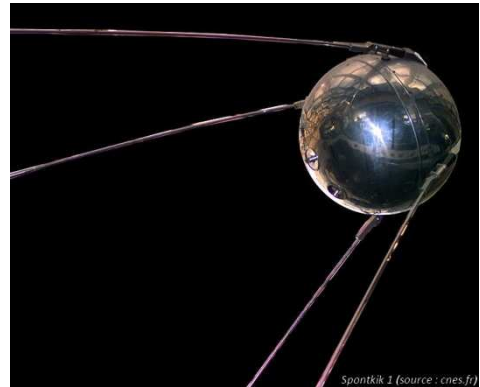
L'internet par satellite a-t-il une place face au développement massif des communications filaires ?

Question qui nous amène d'abord à étudier le fonctionnement technique d'un système de communication par satellite, puis voir ensuite s'il est bien adapté pour l'internet et quels sont les protocoles et adaptabilités mis en œuvre. Nous verrons également quel en est l'usage, à qui est destiné ce service et comment se le procurer. Enfin une étude de marché permettra de savoir si ce service répond à un besoin et s'il est prometteur.

A) Télécommunication par satellite

C'est en 1957 que l'Homme envoya le premier satellite artificiel dans l'espace. Il s'agissait de Spoutnik I, satellite Russe qui se contentait d'émettre un bip sur certaines fréquences radio. Il fut suivi l'année d'après par le satellite américain Explorer 1, puis en 1965, par le satellite français Astérix. Ce fut le début d'une conquête spatiale infinie, qui vit plus de 5500 satellites mis en orbite autour de la Terre depuis Spoutnik.

Project Score fut le premier satellite de communication, envoyé le 18 décembre 1958, il rediffusait des messages audio enregistrés sur cassette. Echo et Telstar1, envoyé en 1960 et 1962, furent les premiers satellites à servir de relai de communication avec la terre et sont donc considérés comme les premiers satellites de télécommunication.



L'objet de cette partie est donc de comprendre le fonctionnement de tels satellites. A quoi servent-ils ? Quel est l'architecture d'un système de communication par satellite ? Quel intérêt de les envoyer dans l'espace ? Quelles sont les différents éléments techniques qui les composent ? Et sont-ils adaptés pour l'internet ?

1) Mise en orbite d'un satellite

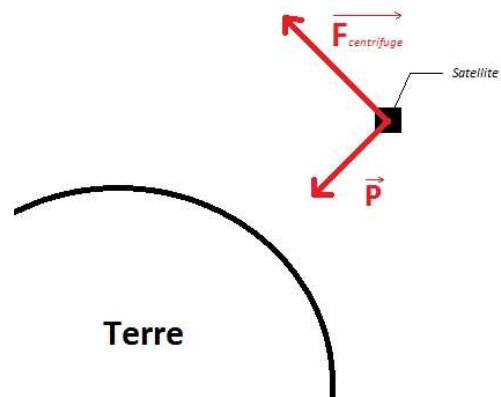
Avant toute chose, il nous paraît important d'expliquer les principes de mise en orbite d'un objet autour de la Terre. Comment un satellite, ou tout autre objet, se met-il en orbite autour de la Terre ? Pourquoi ne tombe-t-il pas ?

En réalité, un objet en orbite n'arrête jamais de tomber vers la Terre, mais « manque » sa cible à chaque fois. Expliquons-nous : la mise en orbite d'un satellite n'est possible que lorsque la force centrifuge qui s'exerce sur lui du fait de sa rotation, compense exactement son poids. Le satellite n'est donc pas en apesanteur, mais est sans arrêt en train de tomber vers la terre, mais à cause de la force centrifuge, il « rate » la terre en permanence.

Ce qui empêche la mise en orbite de n'importe quel objet sur terre (sous l'atmosphère), sont les frottements qui diminuent la vitesse de l'objet, et ainsi sa force centrifuge. Compte-tenu de la densité de l'atmosphère, aucun objet ne peut être mis en orbite à moins de 200 Km de la terre, et encore, à cette altitude un satellite ne tiendrait que quelques jours car il reste un

peu d'air le freinant. La vitesse à donner à un satellite diminue avec l'altitude de celui-ci : plus il est haut, moins il est soumis à la gravité. Cette vitesse est horizontale par rapport au centre de la terre est aussi appelée vitesse d'injection.

En résumé, une orbite est donc fonction de deux paramètres intrinsèquement liés par la gravité : sa vitesse et son altitude.

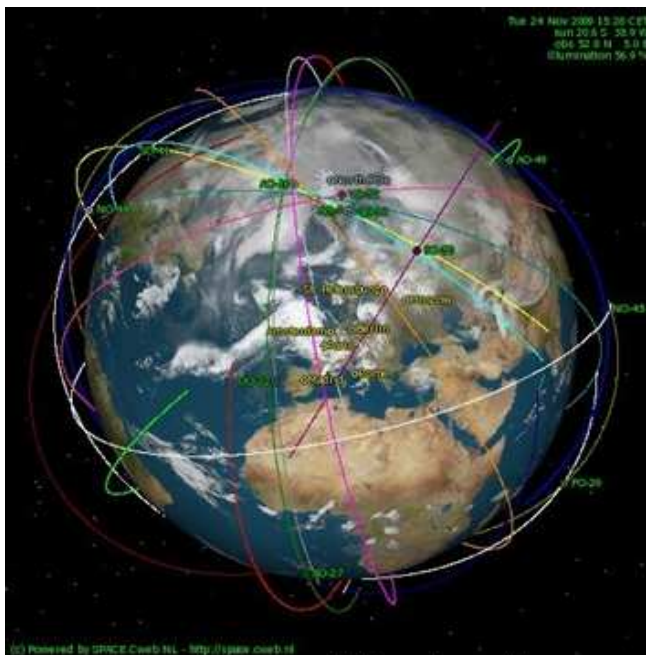


La vitesse de satellisation minimum (mvo0 = minimum velocity of orbitation) pour la terre (4 fois plus faible pour la lune) et pour une orbite circulaire de 200 km, est de :

$$M_{vo0} = 7,9 \text{ Km/sec} = 28500 \text{ Km /h}$$

Au delà de 11 Km/sec, le satellite échappe à la gravité terrestre : c'est la vitesse de libération, qui permet, par exemple, d'envoyer une sonde spatiale vers d'autres planètes.

L'orbite d'un satellite ne sera circulaire que si sa vitesse d'injection s'effectue, d'une part parallèlement à la terre, et d'autre part à la bonne altitude pour une vitesse donnée. Si ces conditions ne sont pas respectées, l'orbite est elliptique.



Observation des trajectoires de satellites en temps réel

De plus, le satellite est soumis à des perturbations extérieures (aplatissement des pôles de la Terre, résistance de l'atmosphère, attraction de la lune et du soleil, pression de radiation...) qui nécessitent la mise en œuvre de moyen de propulsion pour corriger la trajectoire si besoin. Les satellites possèdent donc des moteurs d'apogée pour les manœuvres importantes (circularisation d'orbite), et des moyens de propulsion chimiques, ioniques ou plasmiques pour des corrections plus légères.

L'orbite géosynchrone est l'orbite particulière qui possède une période de révolution égale à la période sidérale de rotation de la Terre (23h 56min 4sec). Quand, de plus, le plan d'orbite est équatorial, il s'agit de l'orbite

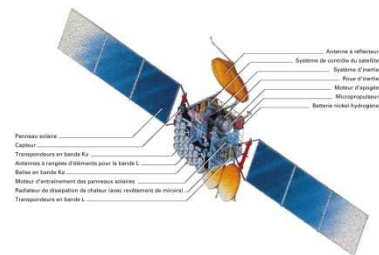
géocentrique (GEO): le satellite reste fixe par rapport à un observateur au sol. Cette orbite se situe à 35784 Km de la surface de la Terre. Elle permet aux antennes terrestres de pointer directement sur le satellite sans avoir à le suivre. La majeure partie des satellites se trouvent sur les orbites LEO (Low Earth Orbit), orbites basses allant jusqu'à 2000km d'altitude, qui procurent une qualité de couverture excellente.

Pour une couverture terrestre globale du service proposé par le satellite, il est nécessaire de disposer de trois satellites géostationnaires faisant un angle de 120° entre eux. Les constellations de satellites permettent d'assurer une couverture globale et de meilleure qualité de la surface terrestre, ce qui n'est pas possible avec un seul satellite.

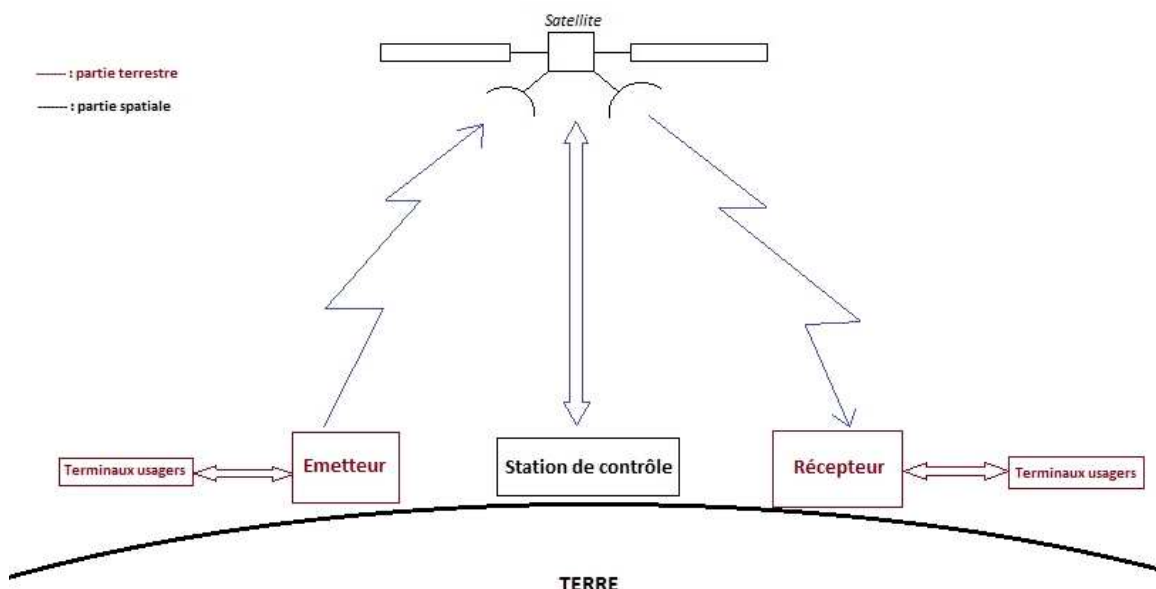
2) Architecture d'un système de communication par satellite

Nous venons donc de voir comment un objet tel un satellite, pouvait être mise en orbite autour de la Terre. Mais à quoi cela sert-il ? Quelle est donc le principe et l'architecture d'un tel système ?

En fait, le rôle d'un satellite est de servir de relai entre deux points éloignés de la Terre, qui seront beaucoup plus longs et difficiles à atteindre en suivant la courbure de la surface de la Terre. Ainsi un système satellitaire, est un système triangulaire dont les trois points sont constitués d'une station d'émission, du satellite, et d'une station de réception. Le lien entre ces trois points est l'air, qui constitue le canal de transmission d'un signal radioélectrique.



Le système se divise donc en deux sous parties : une partie terrestre et une partie spatiale. Voici un schéma explicatif du système :

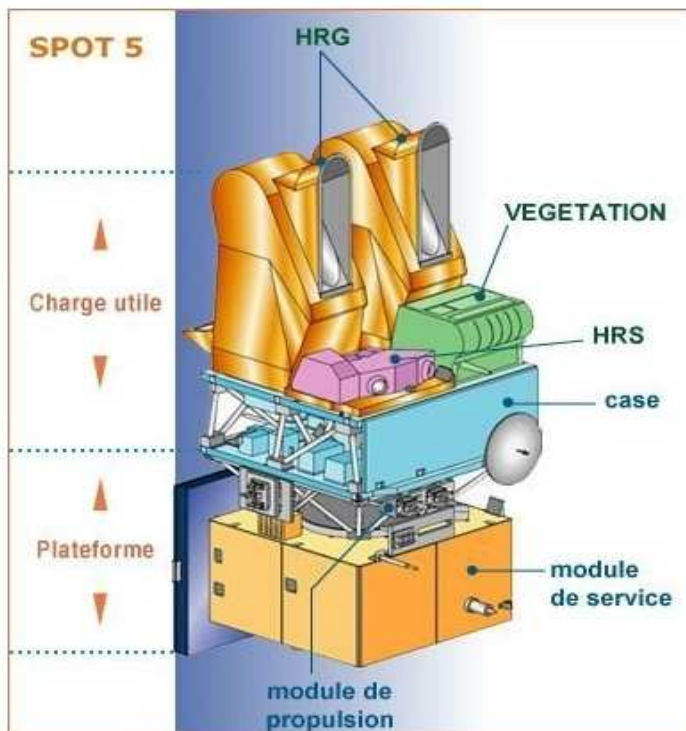


La partie spatiale comporte le satellite et l'ensemble des moyens de contrôle situés au sol, c'est-à-dire l'ensemble des stations de poursuite, de télémétrie et de télécommande (TT&C : tracking, telemetry and command), ainsi que le centre de contrôle du satellite (contrôle de son orbite, de sa vitesse, maintien à poste et fonctions vitales). La liaison « terre-satellite » est appelée liaison montante (uplink), et la liaison « satellite-terre » est appelée liaison descendante (downlink).

La partie terrestre est constituée par l'ensemble des stations terriennes raccordées aux terminaux des usagers par un réseau terrestre. Les stations se distinguent par leur taille, qui varie selon le volume de trafic à acheminer sur la liaison spatiale, et le type de données transférées. Les plus grandes sont équipées d'antennes de 30m de diamètre, et les plus petites de 0,6m. On peut également distinguer des stations fixes, des stations transportables, et des stations mobiles. De plus, certaines sont à la fois réceptrices et émettrices, et d'autres réceptrices seulement.

3) Architecture d'un satellite

Le nombre de satellites, et leurs fonctions est très grand, cependant il est possible par d'identifier les deux parties techniques que l'on retrouve toujours dans un satellite : la plateforme et la charge utile. Voici un exemple significatif, tiré des archives du CNES :



Le schéma ci-contre résume les principaux éléments d'architecture d'un satellite :

La **plateforme** comporte un module de service et un module de propulsion. Ces deux modules regroupent tout ce qui est nécessaire à l'autonomie énergétique du satellite, à sa bonne orientation dans l'Espace, aux corrections éventuelles de trajectoire, à sa communication avec les stations au sol. Cette plateforme peut être d'un modèle unique pour des satellites dédiés à des missions différentes.

La **charge utile** comprend d'une part les instruments spécifiques et d'autre part une case à équipements qui contient les enregistreurs de données et l'informatique de bord.

(Copyright CNES)

4) Techniques de transmission des informations

+ Généralités sur le canal de transmission

Le milieu de propagation des signaux est l'air, et constitue ce que l'on appelle en jargon technique, le canal de transmission de l'information. Ce canal est soumis à de nombreuses perturbations, que sont les bruits, et qui sont considérés aléatoires et ne dépendent principalement que du canal. Ce qui caractérise un canal est donc son rapport signal sur bruit : c'est le rapport de l'énergie du signal S , sur l'énergie du bruit N . Par le théorème de Shannon, on peut donc connaître, pour un canal donné, sa capacité maximale par la relation :

$$C = W \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \quad \text{Avec } W \text{ (Hz) largeur de bande passante.}$$

Ce rapport est en Décibels.

Des calculs physiques permettent ainsi d'obtenir la relation fondamentale entre la puissance du signal reçu par le récepteur, et celle émise par l'émetteur :

$$P_r = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 r^2}$$

On a vu que le canal de transmission est soumis à de nombreuses perturbations. En effet, dans le vide une onde électromagnétique se propage en ligne droite et subit seulement de légères atténuations. Mais dans tout autre milieu d'autres facteurs sont susceptibles de créer du bruit dans le canal.

D'abord dans l'atmosphère, il existe plusieurs facteurs d'atténuation : l'absorption par les gaz atmosphériques et par les précipitations, diffusion du signal par les précipitations, diffraction et réfraction troposphérique, rotation du plan de polarisation de l'onde électromagnétique.

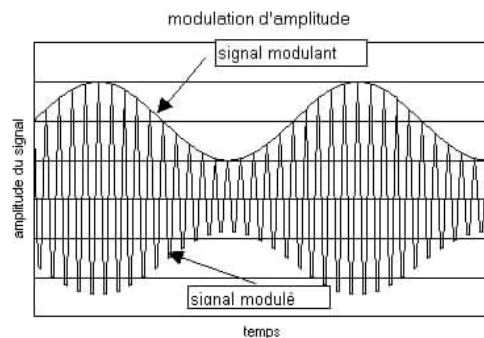
Ensuite dans l'ionosphère, qui est une zone à forte densité électronique, s'étendant entre 80 et 1000 Km d'altitude, il y a ionisation de l'atmosphère par rayonnement solaire qui induit

des perturbations comme l'effet Faraday, la diminution de la vitesse de propagation, scintillation sur l'amplitude, la fréquence ou la phase, etc...

+ Modulation du signal

La qualité de la liaison satellitaire va donc dépendre du type de modulation effectuée. D'abord, on entend par modulation, « processus par lequel le signal est transformé de sa forme originale en une forme adaptée au canal de transmission » (définition wikipédia). Le signal va donc moduler une porteuse de différentes manières : modification de sa fréquence (modulation fréquentielle), de sa phase (modulation de phase), ou de son amplitude (modulation d'amplitude).

Cette modulation est effectuée par la station d'émission qui va ainsi envoyer au satellite un signal modulé, qui va être traité et transmis à la station réceptrice qui va le démoduler.



Pour les signaux analogiques, c'est la modulation de fréquence (FM= frequency modulation) qui est choisie pour sa robustesse (l'information modulante n'est pas affectée par les distorsions d'amplitude) et sa capacité d'optimiser économiquement la liaison radioélectrique par un échange entre puissance et bande (on peut optimiser la valeur du rapport S/N, à l'aide d'un indice de modulation).

Pour les signaux numériques, on utilise une modulation par déplacement de phase, à deux ou quatre états (modulation binaire=BPSK ou quaternaire=QPSK). Cette modulation se fait soit par déplacement d'amplitude, de fréquence ou de phase.

+ Correction d'erreurs par codage

Pour limiter le nombre d'erreurs, on effectue un codage correcteur par l'ajout de bits de redondance à l'émission du signal (binaire). Le récepteur utilise ces bits pour détecter et corriger les bits d'informations erronés. Il existe plusieurs techniques de codage, mais les principales sont le codage par blocs de données et le codage convolutionnel.

+ Multiplexage

Le multiplexage est habituellement utilisé pour permettre à un maximum d'informations d'utiliser le canal par unité de temps et ainsi optimiser chaque envoi de paquet. Cependant, en ce qui concerne les signaux satellites, il est surtout utilisé pour que les algorithmes de correction d'erreurs soient le plus efficace. Voyons pourquoi et quel en est le principe.

Au niveau système de la norme, les données utilisateurs sont compressées et regroupées avec les données de synchronisation, pour former une trame élémentaire appelée PES (Packet Elementary Stream). Pour que les algorithmes de correction d'erreurs soient efficaces, il est nécessaire qu'ils soient appliqués à des blocs de petites tailles. C'est pourquoi la trame élémentaire est découpée en paquet de 188 octets, et chaque PES constitue donc un multiplex qui sera ensuite transmis sur le canal satellite. Là où ce principe converge avec le système habituel de multiplexage, c'est que le multiplex ainsi formé peut combiner des PES de différents programmes. Chaque paquet de 188 octets est appelé paquet de transport (PT), et se décompose en 4 octets d'en-tête, et 184 de données.

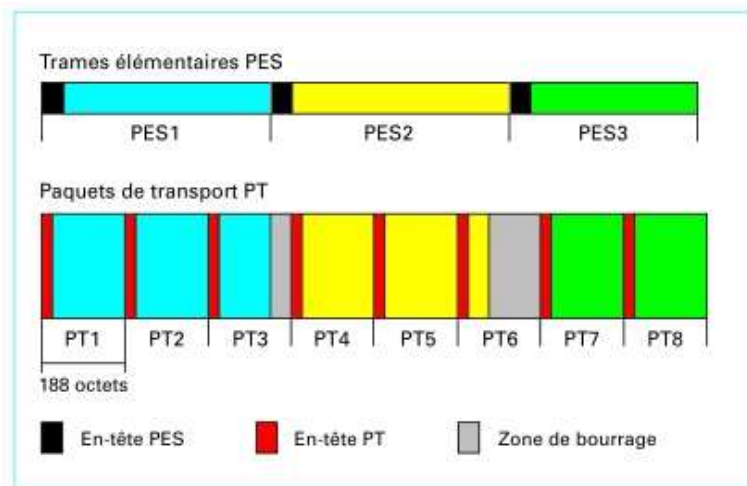


Figure 14 – Format des paquets de transport MPEG-2

La structure du multiplex est décrite par un ensemble de tables appelées DVB-SI (voir partie suivante) qui permettront au démultiplexeur d'extraire et de reconstituer les différents flux ainsi transmis.

+ Gestion des conflits lors de l'accès aux canaux satellites

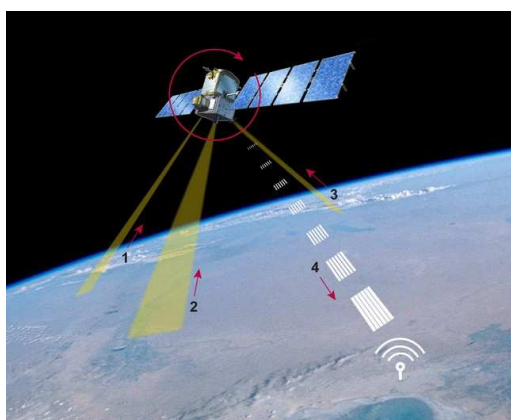
Les stations terrestres ne communiquent entre elles que par satellite et de manière indépendante, il est nécessaire de gérer les collisions qui peuvent arriver lorsque plusieurs stations tentent d'accéder aux canaux satellites en même temps. Ces techniques de partage doivent être efficaces compte tenu des délais de propagation important par rapport à un canal terrestre. On distingue trois techniques d'accès : les politiques de répartition (FDMA, TDMA et CDMA), les politiques aléatoires et les politiques de réservation.

- Les politiques de répartition :

Ces dernières se subdivisent en trois catégories.

La première est l'accès multiple à répartition de fréquence, appelé FDMA (Frequency Division Multiple Access), qui consiste à découper la bande de fréquence en n sous-bandes permettant à chaque station d'émettre indépendamment des autres liaisons. Le satellite doit amplifier simultanément n porteuses. On évite les collisions en répartissant équitablement ou non le canal entre les différents utilisateurs.

La seconde est l'accès multiple à répartition dans le temps, appelé TDMA (Time Division Multiple Access), qui consiste à découper le temps en plusieurs tranches que l'on affecte successivement aux différentes stations terrestres.



La troisième est l'accès multiple à répartition par codes, appelé CDMA (Coded Division Multiple Access). Chaque station émettrice identifie ses données au moyen d'une signature codée qui est utilisée par le récepteur pour reconstituer l'information transmise par l'émetteur, et la dissocier des informations transmises par les autres émetteurs.

- Les politiques aléatoires

Les stations terrestres émettent dès qu'elles ont un paquet disponible à envoyer, s'il y a collision, elle est identifiée car les signaux sont écoutés par les stations. Les signaux seront alors retransmis ultérieurement après un temps défini aléatoire. On distingue alors trois grandes politiques d'accès aléatoires : ALOHA, ALOHA par tranches et ALOHA avec réservation, non détaillées ici.

- Les politiques de réservation

Il s'agit de l'accès multiple avec allocation à la demande (DAMA = Demand Assignment Multiple Access), qui permet de réserver à l'avance des tranches de temps pour les stations qui ont des paquets à émettre (meilleure utilisation de la bande passante).

Nous avons donc étudié les principes de fonctionnement d'un satellite, de sa mise en orbite, jusqu'aux méthodes de dialogues avec les stations terrestres. Cependant il convient maintenant de se demander si ces principes sont applicables dans le cadre de transfert de données internet.

B) Aspect logiciel et matériel de l'Internet par satellite

Nous avons donc détaillé le processus aboutissant à la communication par satellite, cependant nous n'avons toujours pas traité les spécificités mises en place pour Internet par satellite, ce sera donc l'objet de cette partie, nous traiterons de l'aspect software & hardware spécifique à notre thématique.

Tout d'abord, et cela constituera notre point de départ, nous pouvons soulever une interrogation, en effet la technologie des réseaux, Internet en particulier est utilisée depuis les années 1970 et ouverte au grand public depuis les années 1990. L'histoire de l'informatique nous a montré que peu de technologies sont au final utilisées à longue durée, pourtant les fondements de l'Internet, tels que l'emploi du couple de protocole TCP/IP, qui même s'ils ont subis des modifications, date du début des années 1980.

Nous nous situons donc devant une technologie, un produit, qui suit une logique que nous pouvons qualifier de « rodée ». Ainsi en parlant d'Internet par satellite, nous pouvons simplement nous demander quelle légitimité peut avoir cette partie, c'est-à-dire pourquoi n'utilisons nous pas exactement les mêmes mécanismes que l'Internet classique (que nous désignerons par la suite par Internet filaire), puisque ces derniers ont fait leurs preuves au cours des trente dernières années.



HTTP, protocole le plus utilisé sur Internet (1990)

En réalité, nous nous devons de contextualiser notre propos, il est évident que l'Internet par satellite n'est pas complètement différent de l'Internet filaire, ainsi un utilisateur lambda du réseau satellite, utilise également un navigateur, exactement le même, et peut tout aussi avoir accès au site « <http://telecom.insa-lyon.fr/> », consulter ses mails par le même processus. Cependant les mécanismes traditionnels de l'Internet ont dû être adaptés afin d'assurer un confort d'utilisation à l'utilisateur, nous allons donc voir dans un premier temps pourquoi cette adaptation fut nécessaire, dans un second temps l'architecture protocolaire d'un réseau internet par satellite, et enfin l'architecture matérielle, c'est-à-dire l'aspect visible pour un utilisateur, nous en profiterons également pour ouvrir une parenthèse sur la technologie 3G.

1) De la nécessité d'évolution

Dans un premier lieu, nous commencerons par un rappel sur le fonctionnement actuel d'Internet filaire.

Internet : « Réseau informatique constitué d'un ensemble de réseaux nationaux, régionaux et privés qui sont reliés par le protocole de communication TCP/IP et qui coopèrent dans le but d'offrir une interface unique à leurs utilisateurs » (futurasciences.com)

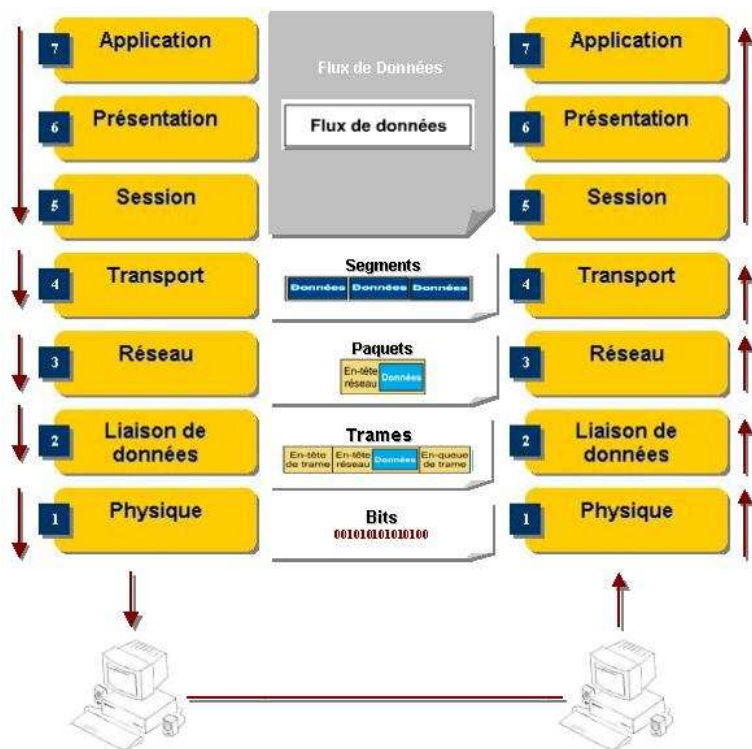
Nous pouvons dégager plusieurs idées fondamentales dans cette définition, tout d'abord la notion de communication, en effet le principe d'Internet est l'échange de données (l'accès à un site web n'étant ni plus ni moins qu'une demande de données à un serveur situé à distance). Internet est donc régi par un mécanisme d'échange de données, qui sont sous forme de paquets (un paquet est un fragment d'une session de données), nous parlerons alors de commutation de paquets. Bien entendu, ce processus n'est pas régi de manière aléatoire, c'est alors que nous nous pencherons vers la deuxième idée fondamentale de la définition, c'est-à-dire celle de protocole ; Internet est régi par des programmes (plus précisément par une suite de programmes) chargés d'une tâche bien précise formant un protocole.

Ainsi l'Organisation internationale de normalisation (ISO) a défini un modèle de communication entre les ordinateurs, c'est le modèle OSI.

Divisé en 7 couches, le modèle OSI constitue la base de la communication par réseau, chaque couche utilisant un processus

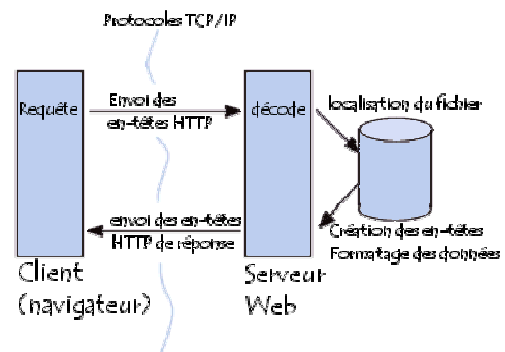
Exemples :

- Couche application : SSH, DNS, DHCP,...
- Couche de transport : UDP, TCP, ...



Modèle en couche, dit modèle OSI (ISO 7498)

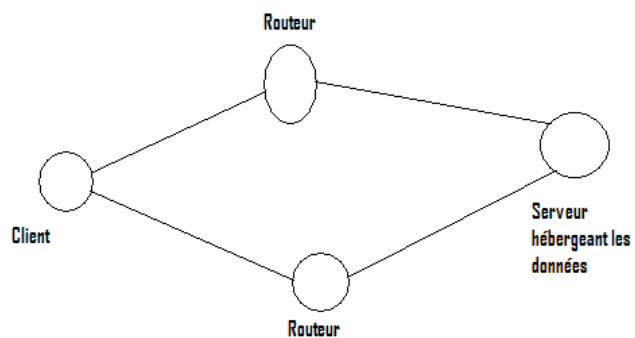
Dans l'utilisation d'Internet filaire, le couple de protocoles le plus connu et le plus utilisé est sans nul doute TCP/IP. Ils sont chargés de l'identification des machines sur le réseau ainsi que de la découpe en paquets (IP), et de leur acheminement (TCP). Leur importance est telle que la majorité des protocoles standards utilisés aujourd'hui reposent sur ce couple, nous pourrions ainsi citer le protocole HTTP, qui est souvent très connu pour être « l'entête » d'un site web, c'est d'ailleurs le protocole le plus utilisé sur internet, il dépend de la couche application (n°7), et il utilise TCP/IP !



Fonctionnement d'HTTP

Seulement, cette belle mécanique, a été développée et donc optimisée, dans le but d'être utilisée dans le cadre de liaison filaire, en effet dans l'Internet filaire (« classique »), les données sont acheminées sur un support physique filaire tel que les lignes téléphoniques, ou la fibre optique (nous considérons ainsi que la technologie wifi constitue une communication filaire, puisque le relai wifi est négligeable devant la distance d'accès aux serveurs).

Nous sommes alors en droit de nous demander en quoi le fait de communiquer des données par satellites nuit au fonctionnement des mécanismes évoqués plus haut.



Architecture simplifiée de communication filaire

En fait il y a majoritairement deux obstacles à l'utilisation des communications satellitaires pour Internet :

- La première, comme évoquée dans la partie précédente, sont les erreurs potentielles dues majoritairement à la piètre qualité de l'air en tant que canal de transmission sur la bande de fréquence utilisée pour Internet par satellite. De plus en parlant d'erreurs nous incluons la perte de paquets, problème qui se pose déjà dans un réseau filaire, est multiplié pour une transmission satellite. Ceci nous oblige à utiliser un protocole fiable de communication, c'est-à-dire s'assurant du bon acheminement des paquets, c'est par exemple le cas de TCP.

Dans ce cas pourquoi ne pas utiliser le protocole TCP ? C'est le second problème qui répondra à cette interrogation.

- La seconde raison est le délai de transmission, en effet sur le schéma adjacent, nous pouvons voir que grossièrement nous pouvons approximer que le temps d'accès entre Internet et la station émettrice/nœud réseaux (qui correspond par exemple au modem d'un utilisateur) est le même.

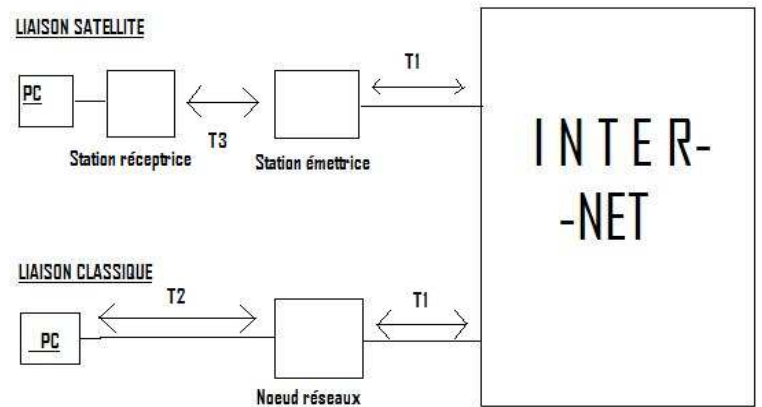


Schéma sur l'architecture réseau (classique & satellite)

Nous avons donc à comparer les temps T2 et T3.

Sur un réseau Ethernet le temps de parcours maximum est de **25µs** donc **T2 <= 25µs**

Selon le type de satellite utilisé en relais détermine T3, ainsi pour un satellite en orbite LEO **T3 ~40ms** (de plus ce délai est variable donc constitue une difficulté d'adaptation supplémentaire), et pour un GEO, **T3 ~ 500ms**

On a donc T3 >= 1500 T2

Ce qui implique de grosses difficultés d'utilisation des mécanismes classiques pour Internet par satellite.

Alors que pouvons-nous faire ?

En fait, deux réponses majeures se sont dessinées lors du développement d'Internet par satellite, étant évident qu'un changement était nécessaire pour assurer un débit et une stabilité pour une utilisation pouvant amener à une exploitation commerciale.

La première et sûrement la plus immédiate, consiste à tout repenser, établir de nouveaux protocoles spécifiquement optimisés pour les communications satellite.

La seconde, profiter de la malléabilité des protocoles existant pour les modifier et les adapter pour une insertion efficace.

En définitive le choix fut rapide, devant le travail et donc le coût de la première solution, il a été décidé de reprendre les mécanismes développés pour Internet filaire (le couple TCP/IP notamment) et de les adapter pour obtenir des performances de qualité pour une liaison Internet par satellite.

C'est pourquoi nous allons ainsi maintenant détailler les solutions logicielles (c'est-à-dire protocolaire) mises en places pour une utilisation efficace des communications satellites pour l'accès à Internet.

2) Adaptation logicielle

Nous allons maintenant traiter des aspects logiciels (middleware) mis en place pour l'utilisation d'Internet par satellite, ainsi nous traiterons de la norme employée et des adaptations du protocole TCP visant à optimiser ses performances dans un réseau satellite.

a- La norme DVB

Les communications par satellite ne sont pas nouvelles, d'ailleurs les premières offres touchant le grand public restent celles de télévision par satellite, ainsi nous citerons l'exemple de CANAL SATELLITE disponible dès 1992. Ainsi il est facile de comprendre que les communications ont dû être normées. Dans cette optique nous évoquerons deux standards majeurs, à savoir ATM (*Asynchronous Transfert Mode*) et DVB (*Digital Video Broadcasting*), correspondant respectivement aux standards américains et européens.

A l'origine le protocole ATM était plus conçu pour le transfert de données, correspondant plus aux critères de l'utilisation d'Internet par satellite, seulement son implantation reste un échec, et c'est bien le standard DVB, au départ conçu pour la télévision par satellite, qui est employé pour les communications satellite.



<http://www.dvb.org>

Nous nous proposons de détailler alors les points sur lesquels il fut important de donner un standard.

- le multiplexage (vu en première partie)
- l'accès conditionnels : c'est-à-dire l'accès à certaines chaînes sur un bouquet satellite (ne nous intéresse donc pas particulièrement dans le cas d'Internet par Satellite)
- les corrections d'erreurs

C'est donc bien ce dernier point qui nous intéresse, et comme nous avons pu l'aborder dans le cours sur la théorie de l'information, il s'agit de codage de canal, c'est-à-dire qu'au-delà des bits d'information, nous allons rajouter de bits de codage afin de contrôler la validité du message et corriger les éventuelles erreurs.

En pratique nous arrivons à atteindre un taux d'erreur inférieur à 10^{-10} , nous parlerons ainsi de canal presque parfait (« Quasi-Error Free »). Les étapes sont donc :

- application d'une séquence pseudo-aléatoire (permet d'éviter les longues séquences de 0 ou de 1 dans le flot de données)
- codage avec le code correcteur de Reed-Solomon (<http://fr.tech-faq.com/reed-solomon.shtml>)
- application d'un entrelacement convolutionnel de Forney

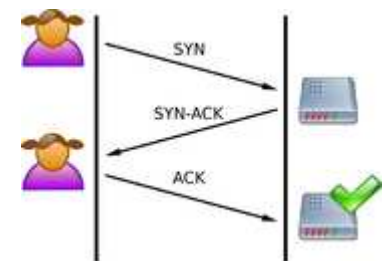
- application d'un code convolutif

Nous avons donc détaillé une partie du contenu de la norme DVB, il faut également savoir que cette dernière, et c'est là ce qui a contribué à son succès, permet l'encapsulation de protocoles de transport de données, donc l'utilisation du couple TCP/IP, assurant ainsi une homogénéité dans les réseaux. Cependant les performances de TCP souffrent au vue du délai de propagation et de la spécificité du canal satellite, en effet le produit délai (le temps d'aller retour) par la bande passante est élevé, c'est-à-dire que beaucoup de données sont en transit sur le canal. Nous pourrions alors comparer le canal à un long et gros tuyau, les anglophones désignent ce type de réseau sous le nom de LFN (Long Fat pipe Network). Nous allons donc maintenant étudier les mécanismes mis en place pour améliorer le fonctionnement de TCP.

b- Les améliorations de TCP

Avant de commencer, il semble important de rappeler quelles sont les principales caractéristiques de TCP :

- Un protocole de bout en bout
- Des données vues comme un flot d'octets reçus dans l'ordre où ils ont été échangés
- Etablissement d'une connexion préalable client/serveur avant échange de données
- Taille des paquets envoyés dynamiques pour optimisation du débit



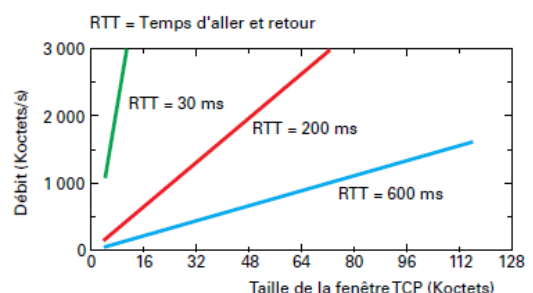
Mécanismes d'acquittement TCP

Nous pouvons voir sur la figure de droite que le protocole TCP met en place un système d'acquittement pour contrôler la réception des paquets, un paquet est réémis si son acquittement n'arrive pas ou trop tard. Avec un temps de latence proche de la demi-seconde, les performances se trouvent être très affectées.

De plus avec le protocole TCP « standard », la taille max des fenêtres d'envoi (ce qui correspond à la taille dynamique des paquets), impose pour un réseau satellite un débit maximum de 1Mbit/s, soit très inférieur à un débit envisageable pour un accès pluri-utilisateurs pour une « vitesse de connexion » agréable.

En évoquant ces deux problèmes nous donnons ainsi deux pistes d'améliorations qui furent envisagées.

- Augmentation de la fenêtre d'envoi des données, en effet pour un temps d'aller retour donné (RTT), le débit augmente avec la taille de la fenêtre.



Evolution du débit en fonction de la taille fenêtre

- Changement de mode d'acquittement : les paquets TCP sont marqués de l'heure d'émission (RTTM), permet ainsi de mieux calculer le temps de RTT, pour une optimisation du mode d'acquittement
- Détermination préalable de la MTU (taille maximale des paquets), pour éviter au maximum la perte de paquets ou l'engorgement inutile du canal.
- Autoriser les connexions serveur client simultanées à la place d'une demande systématique du client, cette amélioration est très importante dans le cas de la navigation sur le web, puisque de nombreuses connexions sont demandées par l'utilisateur et que le temps de ces dernières peuvent être grand devant la taille de données nécessaires pour accéder à l'information.

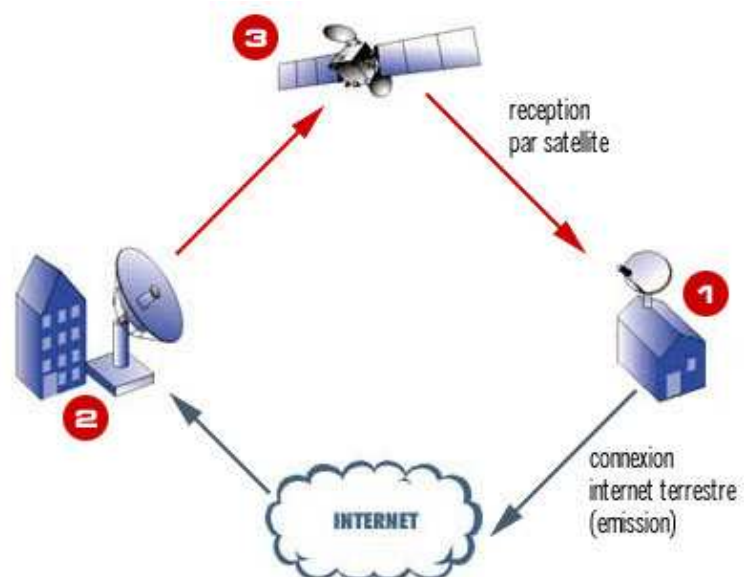
Ainsi de nombreuses améliorations ont été mises en places pour assurer un débit et un fonctionnement confortable pour l'utilisateur, cependant ce dernier n'as pas conscience de tous cela, cela ne le touche pas directement, contrairement à l'aspect matériel, dont il a un aperçu par le biais de son kit de connexion.

C'est pourquoi nous allons maintenant traiter de l'architecture matérielle d'un réseau Internet par Satellite.

3) Architecture matérielle

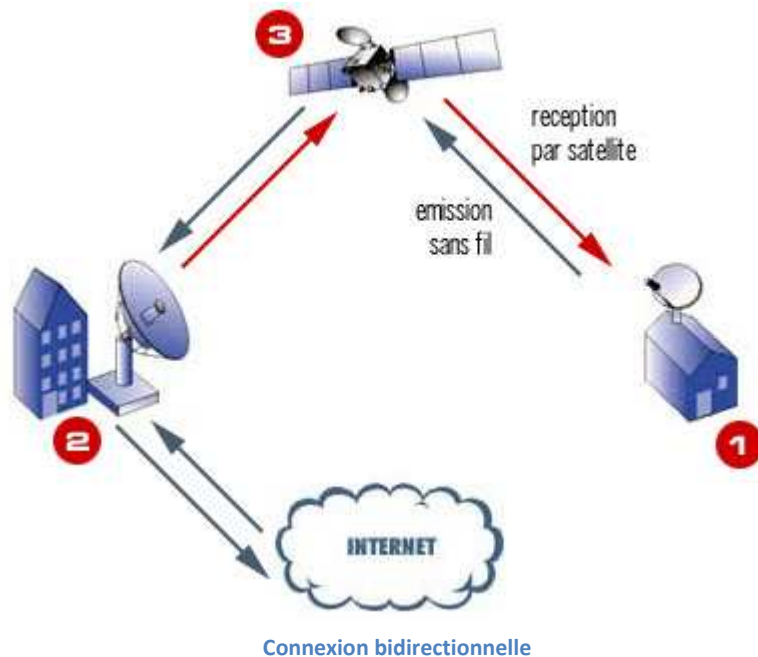
Nous pouvons distinguer deux grands types de connexion Internet par Satellite, chacune ayant leurs avantages comme leurs inconvénients. Un choix est donc à faire pour l'utilisateur, nous le verrons avec plus de détails lors des parties suivantes.

Ainsi la première famille consiste à utiliser un mode de liaison unidirectionnelle, c'est-à-dire que l'utilisateur reçoit uniquement des donnée par satellite, et en envoies par un réseau filaire (ligne téléphonique), ce qui n'est pas nécessaire pénalisant puisque la navigation web est majoritairement constituée de réception de données.



Connexion par satellite unidirectionnelle

La seconde est le mode de connexion le plus intuitif, c'est-à-dire la réception et l'émission par le canal satellite, on parlera de connexion bidirectionnelle, d'un point de vue utilisateur le matériel change, la parabole doit comporter un module d'émission. C'est également le mode utilisés pour la connexion mobile, comme sur les navires par exemple.



Et la 3G dans tout cela ?

Nous tenons à faire une petite parenthèse sur la technologie 3G qui à largement contribuer à la médiatisation de l'accès à Internet par satellite, en fait la 3G utilise un mode de connexion unidirectionnel, à l'exception près que l'émission de paquets est assurée par la voie téléphonique, du mobile jusqu'à une antenne relai, ce qui implique pour un utilisateur en mouvement de rester à portée d'une antenne émettrice, ce qui n'est pas nécessairement le cas sur un bateau par exemple....



Nous avons maintenant présenté les caractéristiques techniques d'Internet par satellite, aussi bien d'un point de vue communication satellite, que de l'architecture middleware d'une réseau par satellite, nous avons terminé sur l'aspect matériel du problème, et c'est bien là ce qui intéresse un utilisateur, qui à de fortes chances de ne jamais avoir parlé du protocole TCP, et vaguement de IP. Ce point de vue matériel, notamment le choix qui doit être fait entre les deux modes de connexion nous permet de rentrer dans la dimension utilisateur, c'est-à-dire quelles sont les possibilités, est-il difficile de s'équiper, est-ce chère ? Est-ce fiable ?

Autant de questions qui nous amènent maintenant à réfléchir sur le point de vue impact sur la population et sur l'utilisateur d'Internet par satellite, ce sera donc l'objet de notre troisième partie

C) Quel usage pour l'Internet par satellite

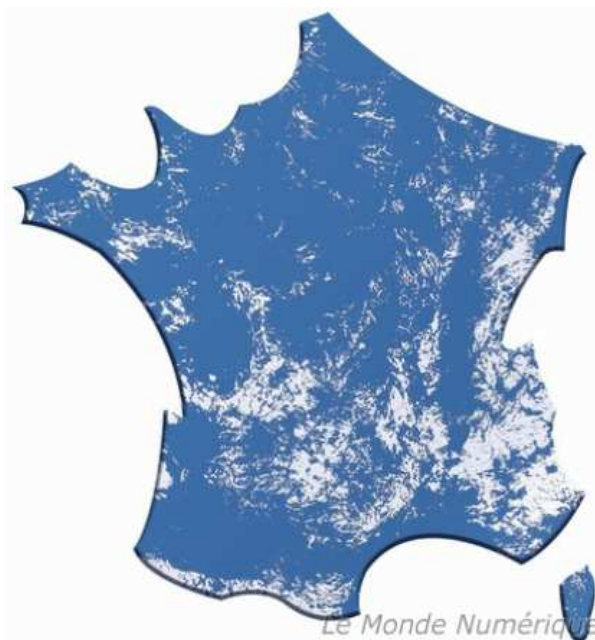
1) A qui est destiné ce service?

"L'ADSL n'arrivera pas à tout le monde.....le satellite y est déjà"

Internet permet la communication entre différents réseaux. C'est un protocole qui permet un échange international de l'information et d'effectuer des recherches numériques. Ceci dit, l'accès à l'information est devenu un besoin quotidien. L'internet a rendu accessible au public une variété de services comme le courrier électronique, la messagerie instantanée les virements bancaires, l'achat en ligne, etc. A présent, toutes ces pratiques sont indispensables pour chacun d'entre nous.

A partir des débuts des années 1990, avec l'apparition du web, internet s'ouvre au grand public. Depuis, plusieurs inégalités devant l'accès à internet surgissent, chose qui a eu un certain impact dans la société. Le premier et principal problème vient de la fracture numérique. On peut déjà relever les différences entre les pays riches et les pays pauvres en termes d'équipements. Il y a également des différences entre les connexions (ADSL, bas débit) au sein même des pays développés comme la France ou la Belgique. Ces zones rurales un peu éloignées sans accès à l'ADSL sont appelées "zones blanches".

Ci-contre, une représentation de la distribution des zones blanches qui représentent 2% du territoire Français.



Distribution des zones blanches en France

En effet, Les contraintes géographiques comme le relief ou l'éloignement par rapport à un point de raccordement présentent un réel obstacle à l'internet par ADSL.

L'accès à l'information est astreint à l'endroit où se trouve l'utilisateur. Par conséquent, pendant que certains usagers désirent obtenir à domicile ou au bureau de nouveaux services multimédias gourmands en capacité de transmission. D'autres n'ont même pas accès à une page Web. Faut-il donc, se contenter par la solution basique et intuitive qui est de déplacer l'utilisateur ? Ou plutôt d'universaliser l'information?

Évidemment, le potentiel des nouvelles technologies est que l'information soit transmise et reçue partout dans le monde.

Par ailleurs, ces inégalités sont plus concentrées en Afrique. Une étude américaine de l'université Michigan "Satellite based internet for the developing world" en Avril 2008, montre que seulement 5% de la population africaine a accès à internet. Cette étude a montré que internet peut considérablement améliorer la vie de la population et leur apporter des informations et une ouverture au autre pays. Un paysan zambien par exemple, ayant appris sur internet de nouvelles techniques pour cultiver le tournesol a embauché 10 personnes de plus l'année qui suit. Si ça généralise on pourra réellement nous attendre à des profonds changements au sein de la société.

Par ce qui été dit dans les paragraphes précédents, les problèmes de connectivité relevés en "zones blanches" ou en "Afrique" peuvent être résolu par le satellite. Car, il ne nécessite aucune installation terrestre, ce qui lui permet de couvrir l'intégralité du globe.

L'internet par satellite peut nous garantir une connexion à internet là où on est. Même pour des déplacements en bateau en plein océan, ou pour les voyages en désert....etc

2) A quel prix peut-on s'offrir un abonnement internet par satellite?

Le prix d'un abonnement à internet par satellite pourra varier d'un "FAI" (fournisseur d'accès à internet) à l'autre. Toutefois, pour avoir une idée plus précise, on peut dire que les tarifs pratiqués s'approchent à peu près de ce que l'on peut observer pour les abonnements ADSL. Sauf que l'installation d'internet par satellite s'avère plus couteuse que celle de l'ADSL.

Sachant que les grands équipementiers satellites (comme Astra ou Eutelsat) n'ont aucun contact avec les clients finaux (internautes). Les fournisseurs d'accès à internet sont les décideurs de prix. Étant donné, qu'ils prennent en charge toute la partie publicitaire, administrative et commerciale. La bande passante est louée aux différents fournisseurs partenaires (des FAI comme Orange, Free ou 9telecom) qui à leur tour, proposent leurs formules d'abonnements aux particuliers.

Les abonnements proposés peuvent être de type simple, double ou Triple Play (Internet, TV, téléphonie).

Dans la dernière partie un aperçu du marché actuel sera détaillé. Une liste exhaustive des fournisseurs d'accès à internet sera présentée, aussi bien que les prix des abonnements actuels.

3) Existe-t-il des subventions pour l'internet en haut débit en zones blanches? (en France)

Les zones blanches en ADSL, étant des zones rurales, montagnardes et très éloignées, les lignes sont très longues et donc le débit est très mauvais, voire nul. Les opérateurs se font concurrence en multipliant les réseaux dans les centres villes, dans les zones industrielles et commerciales, mais délaissent les zones blanches (2% du territoire français) jugées non rentables.

Par conséquent, L'autorité de régulation des communications et des postes "ARCEP" encourage les collectivités locales en menant plusieurs projets pour réduire la fracture numérique, essentiellement pour résorber les zones blanches.

Effectivement, dans le cadre du plan de "France Numérique 2012" le gouvernement a prévu des labels pour les opérateurs qui propose une offre commerciale au prix maximum de 35 euros par mois, équipement d'accès inclus.

Le conseil régional des régions limitées en ADSL en France, rembourse une partie des frais d'installation de l'internet par satellite .Citons à titre d'exemple le programme « internet haut débit pour tous » à Haute-Garonne.

4) Comment s'équiper de l'internet par satellite?

Pour accéder à ce service, il faut naturellement souscrire un abonnement auprès d'un opérateur. Le débit alloué par l'opérateur est généralement limité et inférieur à un accès xDSL.

Pour bénéficier de l'internet par satellite, un foyer doit être équipé d'une antenne de réception satellite. Il s'agit en général d'une parabole disposant à la fois d'un dispositif de réception (liaison descendante) et d'un système d'émission intégré (liaison montante). Cette antenne est reliée à un récepteur spécial ou modem lui-même connecté à un ou plusieurs ordinateurs.

En général, les fournisseurs d'accès à internet "FAI" proposent un kit de connexion internet qui comprend l'ensemble du matériel nécessaire à l'installation.

L'image ci-dessous illustre le kit de connexion fourni par les "FAI", qui contient :

- Une antenne parabolique (généralement de 80 cm)
- Une tête d'émission /réception (bidirectionnelle).
- Un support de fixation mural de l'antenne et sa visserie.
- Un modem à raccorder directement sur votre ordinateur ou sur un routeur (Ethernet, Wi-fi ou CPL pour partager la connexion avec plusieurs équipements).
- Notice de montage et d'installation.



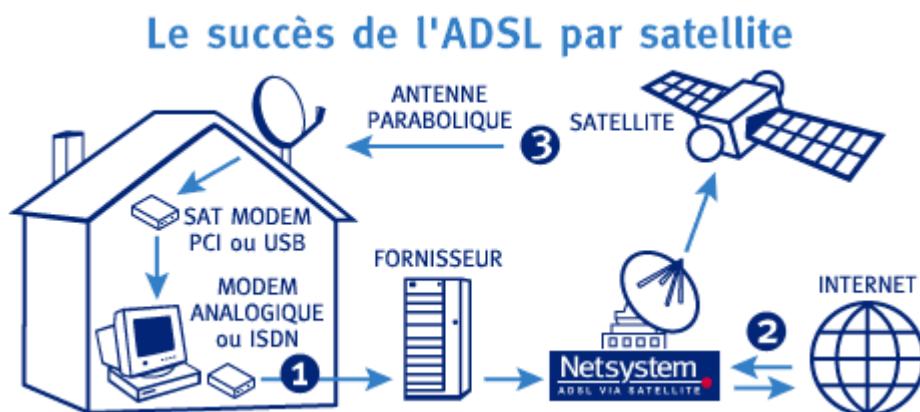
Kit de réception Internet par satellite Sat2way

En principe, l'installation du matériel, peut être réalisé par le client lui même en suivant les instructions du guide d'installation fournie par l'opérateur. L'abonné doit faire l'acquisition d'une antenne parabolique de diamètre min. 50 centimètres à installer et orienter vers le satellite en utilisant le détecteur de satellite, chose qui n'est pas évidente et qui nécessite de faire appel à un antenniste ce qui engage des frais supplémentaires. Ensuite il ne reste plus qu'à allumer l'ordinateur et installer pilotes et logiciels.

On peut donc résumer la procédure d'installation dans les étapes suivantes:

- 1 Assemblage de l'antenne
- 2 Installation du support de fixation de l'antenne
- 3 Pointage de l'antenne
- 4 Préréglages de l'antenne
- 5 Activation du compte

Le schéma ci-dessous représente la disposition des différents matériels.



Source: <http://www.multi-hardware.com>

En France, le matériel nécessaire (parabole et modem) est prêté au client, en échange d'un dépôt de garantie dans le cadre du plan "France Numérique 2012".

Alors qu'en Allemagne, par exemple, le tarif de location du matériel chez Filiago (fournisseur d'accès à internet), est de 10 euros par mois, sinon on peut acheter le kit de connexion à un montant de 320 euros.

5) Quels sont les retours des usagers et les appréciations de ce service?

Dans cette partie, je m'intéresse aux retours des clients ayant déjà souscrit à des abonnements internet par satellite.

Dans un premier temps, un abonnement à courte durée est conseillé pour commencer.

Le prix des abonnements internet par satellite est abordable, c'est équivalent aux offres xDSL. Cependant, l'installation est plus coûteuse surtout si on fait appel à un professionnel (antenniste). Pour cela, il existe deux possibilités soit on achète le matériel à environ 380 € ou payer moins cher au début sous forme de mensualité.

Les appréciations changent d'un client à l'autre, mais en général il règne une légère déception au niveau du débit. Car c'est beaucoup moins rapide que la plupart des offres ADSL classiques. Le débit maximum est de 3 Mo en entrant.

Ce qui peut être gênant aussi, est l'existence de quotas en volume d'échange par mois. Par exemple pour un abonnement de 30€/mois, le quota est de 2,4 Go.

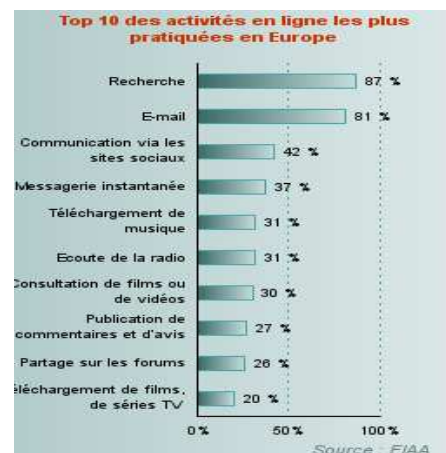
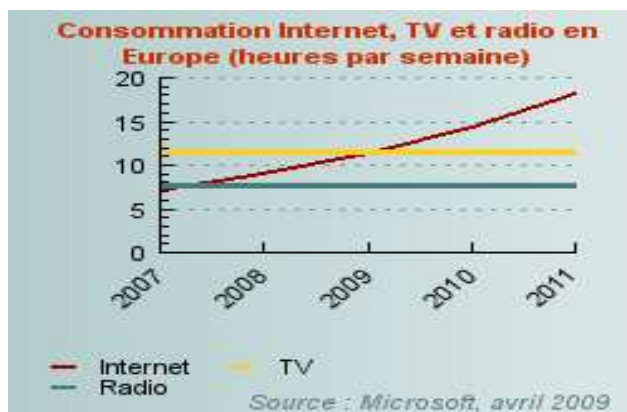
Il existe aussi une instabilité de l'accès à internet quand la météo est perturbée, la bande de fréquence allouée aux satellites dépend des conditions climatiques.

Ainsi, il ne faut pas compter avoir internet par satellite par temps pluvieux !

D) Etude du marché de l'Internet par satellite.

1) La réponse à un besoin

L'internet, 1er média européen en 2010



En juin 2010, selon ces projections, le temps passé en ligne atteindrait en moyenne environ 14,2 heures par semaine contre 11,5 pour la TV.

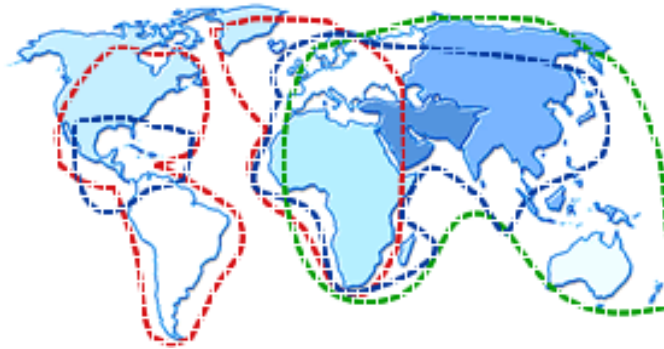
Pourquoi choisir une connexion satellitaire ?

Permettant de se passer d'une connexion terrestre, l'Internet par satellite est avant tout une solution alternative **au Wimax** (la technologie de réseau sans fil longue portée) **ou au courant porteur en ligne**.

C'est un accès au haut débit terrestre (ADSL et câble) particulièrement destinées aux régions isolées, rurales et montagneuses (zone blanches) ; et notamment aux quelque 30 millions de foyers européens et nord-africains qui en sont actuellement privés. Le haut débit pour tous n'est pas encore une réalité.

On estime qu'entre 500 000 et 1 million de foyers français en sont privés.

- Le réseau satellitaire assure une couverture planétaire.



Internet par satellite bidirectionnel haut débit

- Le satellite reste encore plus cher que des offres fibres/ADSL en zones urbaines mais il est de plus en plus compétitif face au WiMax ou au Wifi en zones rurales. De plus, le débit des connexions Internet satellitaires surpasse celui offert par le WiMAX.
- Le satellite permet par exemple de crypter les données qui transitent sur le réseau ce que ne permet pas le WiMAX. De ce point de vue il constitue un élément sécuritaire primordial. Autre exemple, dans le domaine de la santé, le satellite constituera un back-up essentiel lors d'opérations chirurgicales à distance.

L'Internet par satellite est donc un marché nécessaire et complémentaire.

Le retard Français :

Le marché de l'accès à Internet par satellite français est faiblement développé, contrairement à d'autres pays européens comme l'Espagne ou l'Italie.

En 2005, Ariane mettait en orbite le plus gros satellite de télécommunication du monde pour le compte d'un opérateur canadien et avec une grosse promotion du gouvernement. Ce satellite a atteint sa charge de communication maximale en 6 mois seulement. C'est la preuve que l'Internet par satellite a des débouchés. Cette année là, une ville comme Chartres, qui compte plus de 40.000 habitants accédait enfin au haut-débit filaire.

En France, le satellite n'a pas bénéficié assez tôt d'une forte volonté publique de développement qui aurait permis de le démocratiser en abaissant les coûts des terminaux. Encore en 2004, la connexion Internet par satellite atteignait des prix exorbitants.

FAI	512/96	1024/128	2048/256	Matériel
Com-IP	200,00 €	350,00 €	630,00 €	3217 €

. Prix d'installation (parabole et modem) : 900 €

FAI = Fournisseur d'Accès à Internet.

Enfin, pour prendre une image populaire ; aux Etats-Unis, 100% des bureaux de poste sont connectés à Internet haut-débit par satellite contre seulement 20 % en France.



Un retard à rattraper :

Le plan France numérique 2012 du gouvernement, présenté par Eric Besson le 2 Avril 2008, stipule que tout habitant sur le territoire français pourra disposer d'une connexion haut débit, quelle que soit la technologie employée et pour moins de 35 euros.

Les opérateurs satellites ont longtemps été réticent dans le développement de leurs offres internet. En effet, leurs sources de revenus principales et acquises étant encore aujourd'hui la météorologie et la télévision (l'Internet ne leur rapportant en moyenne que 3% de chiffre d'affaire). Cependant l'énorme essor du marché du web et de ses besoins, ne peut plus être ignoré.

2) Le marché actuel

Un marché plus favorable :

Pour l'instant, le marché de l'accès à l'Internet par satellite capte seulement environ **5% du marché global du haut débit** en France, mais ce pourcentage tend à s'accroître de manière conséquente dans les années à venir.

Une situation favorable s'est établie grâce à certains facteurs moteurs et la mise en place d'un nouveau type de connexion : la connexion bidirectionnelle.

a) **Les différents facteurs moteurs:**

- La mise en place d'une nouvelle gamme de fréquence :

La bande Ka (Kurtz-above) est une gamme de fréquences utilisée principalement pour l'internet par satellite. Pour les télécommunications spatiales commerciales, elle s'étend en émission de 27,5 à 31 GHz et en réception, de 18,3 à 18,8 GHz et de 19,7 à 20,2 GHz. Les paraboles nécessaires pour recevoir les signaux sont encore plus petites que pour la bande Ku (certaines antennes Ka mesurent 20cm de diamètre). Cependant, les signaux de cette bande sont beaucoup plus sensibles à l'atténuation atmosphérique et principalement, à la pluie.

En opposition à la traditionnelle offre en bande Ku, l'introduction de la bande Ka en Europe en 2007, générée par une capacité des satellites multipliée par un facteur 70 en quelques années, permet, et ce malgré quelques contraintes techniques, un renouveau du haut débit par satellite grâce à un modèle économique beaucoup plus favorable.

La baisse du coût du canal sert de détonateur à la baisse des prix.

En effet, 70 à 80% du prix d'un accès satellite provenait du canal satellite. Avec la bande Ka, le méga-octet est facturé 4 à 10 fois moins cher qu'en bande Ku. Conséquence, la demande augmente et le prix des équipements baisse donc. Le prix des terminaux a ainsi baissé d'un facteur 6 en cinq ans, passant de 2000 euros en 2004 à 350 euros fin 2008.

- Le prêt du matériel :



L'augmentation de la demande a également entraîné une adaptation des fournisseurs d'accès au nouveau marché : il est maintenant possible pour les utilisateurs de louer le kit satellite avec les « kits prêtés » de NordNet, de Sat2Way ou de Numéo ; la location étant généralement incluse dans le prix de l'abonnement.

Au préalable, en 2007, l'achat du kit parabole coûtait dans les 400 euros.

- L'implication du gouvernement Français :

Le marché du haut débit par satellite est également dopé par les plans gouvernementaux visant à réduire la fracture numérique.

b) Les 2 modes de connexion satellite:

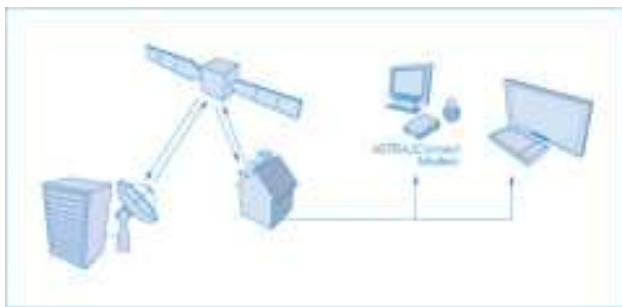
- Le monodirectionnel :

En monodirectionnel, le satellite ne fait qu'envoyer des informations qui lui ont été communiquées par sa base sous une forme qu'il comprend immédiatement. Dans certains cas, il trouve plusieurs clients souhaitant les mêmes informations, et peut alors économiser sa bande passante en n'émettant qu'une fois pour tout le monde.

L'inconvénient majeur, et non pas le moindre, de ce type de connexion est la mobilisation obligatoire d'une ligne téléphonique pour l'émission des demandes.

- L'arrivée du bidirectionnel :

Ce procédé est bien plus pratique que le précédent, il permet de s'affranchir de la liaison téléphonique.



Une offre satellite bidirectionnelle signifie que l'on peut envoyer des informations directement vers le satellite aussi bien qu'en recevoir. Ce type de connexion coûte plus cher, car le satellite doit utiliser un peu de son précieux temps de réception pour analyser les informations qu'on lui envoie.

Le satellite en bidirectionnel est donc une solution autonome qui fournit une bande passante haut débit en réception et en émission de données.

Après avoir choisi l'une de ces deux catégories, on peut alors s'informer sur les différentes offres d'**abonnement satellite**.

Les offres de service :

Sur le marché des offres d'accès à Internet par satellite, il convient de distinguer d'une part **les opérateurs de satellite**, tels que Eutelsat (la Société Anonyme Française Leader européen des technologies satellites avec 23 satellites en exploitation) ou encore SES Astra (SatLynx) qui couvrent la totalité du territoire Français, et, d'autre part, les **fournisseurs d'accès (FAI)** proposant l'équipement de réception et les offres de service.

Les offres monodirectionnelles se raréfient, la contrainte de la ligne téléphonique est trop lourde. On peut tout de même trouver une dizaine de forfait autour de 20€/mois.




A l'inverse, les offres de connexions bidirectionnelles par satellite, encore balbutiantes il y a deux ans, gagnent du terrain.

Les différents fournisseurs d'accès en France :



Comparatif des offres en bidirectionnel :

Ce comparatif d'offres d'accès Internet haut débit par satellite en bidirectionnel vous donne un aperçu des principaux forfaits disponibles sur le marché français. (Réalisé le : 19/11/2009)

FAI	Débit descendant max (en Mbits/s) / Débit entrant max (en Kbits/s)	Forfait mensuel	Durée d'engagement	Quota sur volume
Vivéole	1 / 128	29,9€	Aucune	2 Go
	2 / 128	39,9€	Aucune	3 Go
	3 / 384	29,9€	12 mois	2,4 Go
	3 / 384	34,9€	12 mois	4,8 Go
	3 / 384	49,9€	12 mois	8 Go
	1 / 128	29,9€	Aucune	3 Go
	1 / 128	39,9€	Aucune	Aucun
	2 / 128	69,9€	Aucune	Aucun
	3 / 512	39,9€	12 mois	2 Go

Le temps de réponse proposé est le même pour toutes les offres satellitaires, il est de 650ms.

Important : chaque service est soumis à un FUP (Fair Use Policy, en français : politique d'utilisation raisonnable) limitant plus ou moins le téléchargement ou le débit au delà d'un certain quota mensuel de données téléchargées. En cas de dépassement, pas d'interruption de service, ni de surfacturation, les internautes basculent simplement en bas débit, jusqu'au renouvellement du quota. Ce quota mensuel peut varier sensiblement en fonction des services et être un facteur influant fortement sur les tarifs.

3) Un marché d'avenir

L'accès Internet haut débit n'est plus seulement un loisir, c'est désormais devenu une nécessité pour de nombreuses petites et moyennes entreprises dont l'Internet par satellite est et restera longtemps la seule et unique solution d'accès au réseau mondial.

L'accès Internet par satellite a grandi, en 2010 il sera majeur :

Si 2009 a été l'année de la démocratisation de l'accès Internet par satellite avec une importante augmentation des débits et une baisse des prix sensible, 2010 s'annonce comme une nouvelle étape importante dans l'histoire de l'Internet par satellite.

Avec des solutions robustes et simplifiées comme celles de SES ASTRA avec **ASTRA2Connect** et Eutelsat avec **Tooway**, l'Internet par satellite s'est rapidement imposé en Europe comme la solution immédiatement disponible pour la couverture des zones blanches.

En 2010, Eutelsat élargira son service en proposant un accès Internet à très grande vitesse allant jusqu'à 10 Mbits/s. Ces très hauts débits seront liés au lancement de KA-SAT, nouveau satellite d'Eutelsat spécialement conçu pour la fourniture de services d'accès Internet en Europe. Le satellite qui possède à lui seul la capacité de 40 satellites classiques permettra à Eutelsat de desservir jusqu'à deux millions de foyers européens, avec un débit, une qualité et un prix équivalents aux services terrestres ADSL2. Ce satellite permettra de faire de l'Internet par satellite un marché de masse.



Les projets émergents:

- ASTRA2Connect prend la mer !

Article tiré du **Journal du Net (JDN)**.

Ecrit le 09/10/2009

ASTRA propose désormais son service d'accès Internet haut débit par satellite ASTRA2Connect au marché maritime (marine commerciale, plaisance) dans la Mer du Nord, la Mer Baltique et le nord de la Méditerranée.

EUMARSAT



Abonnements ASTRA2Connect :

- 512 Kbps : 198 € HT/mois
- 1 Mbps : 302 € HT/mois
- 2 Mbps : 457 € HT/mois

Prix des antennes :

Antenne satellite pour bateau compatible ASTRA2Connect : de 12500 – à 16500 € HT

- NEWSKY : le nouveau réseau de communication pour le trafic aérien.

Article tiré de « *bulletins-electroniques.com* ».

Ecrit le 15/10/2009

« Les chercheurs du Centre allemand de recherche aérospatiale (DLR) ont présenté le 6 octobre 2009 à Oberpfaffenhofen (Bavière) le projet de recherche NEWSKY, qui permet aux avions, aux satellites et aux stations au sol de communiquer entre eux au sein d'un réseau innovant d'échange de données utilisant les technologies de l'Internet.

Ce nouveau réseau de communication satisfait aux exigences de l'espace aérien du futur. Les flux de données sont transmis de façon fiable entre l'avion et le sol, et ceci même au-dessus des océans et des zones des pôles. NEWSKY améliore nettement l'échange d'information, les standards de sécurité et diminue également la pollution grâce à une planification améliorée des trajets.



A l'avenir, l'instruction suivante prononcée au décollage d'un avion : "Eteignez s'il vous plait vos appareils électroniques" ne sera plus nécessaire. Avec le réseau de communication NEWSKY, les pilotes pourront communiquer par VoIP (Voice over Internet Protocol) avec la tour de contrôle. Ils pourront également vérifier les données météorologiques et s'assurer de l'état du trafic pendant que, dans un même temps, les passagers de la cabine pourront lire leurs emails ou surfer sur Internet. Qu'il s'agisse d'une connexion directe avec une station au sol ou par l'intermédiaire d'un satellite, le réseau choisira lui-même la connexion la plus avantageuse. »

- Des satellites nouvelle génération :

Article tiré du *Journal du Net (JDN)*.

Ecrit le 17/11/2009



ASTRA2Connect

SES ASTRA a annoncé avoir pris une participation dans la société d'O3b Networks dans l'objectif de soutenir le développement d'un service d'accès Internet par satellite à destination des populations privées d'accès au réseau mondial.

O3b, dont HSBC, Liberty Global et Google font déjà parti, va recevoir le soutien financier (75 millions de dollars) technique et commercial d'ASTRA.

Pour mémoire, **O3b Networks** développe actuellement le 1er réseau satellite à très faible latence offrant la vitesse de la fibre optique (ping bas, très haut débit).

Les 8 premiers satellites, opérant sur la bande de fréquence KA, seront positionnés à 8000 kilomètres de la Terre, soit 4,5 mois loin que les satellites actuellement utilisés pour ce type de service, réduisant ainsi la latence, l'un des principaux problèmes de l'accès Internet par satellite.

Ce système pourra fournir une connexion Internet à près de 70% de la population mondiale.

4) Actualités

Les abonnements 3G sont polémiqués :

Impossibilité de contrôler sa consommation, absence d'alerte en cas de facture exorbitante, connexion illimitée qui ne l'est pas vraiment, Internet amputé de nombreux services ; les récentes critiques sont acerbes.

- L'accès illimité ne l'est pas, puisque la quantité de données disponibles est limitée à quelques Go, 1 ou 2 généralement. Au-delà de ce quota, le consommateur peut avoir à payer.
- Le terme d'Internet mobile employé par les opérateurs est abusif, puisque certains des services traditionnels d'Internet sont filtrés par les opérateurs. Il s'agit par exemple du peer-to-peer, des newsgroups ou de la téléphonie sur IP.
- De même, des services classiques d'Internet accessibles sans surcoût sur l'ADSL donnent lieu à des paiements supplémentaires sur la 3G compte tenu de la quantité de données nécessaire : audio-vidéo via téléchargement, streaming et autres télévisions de rattrapage ou échanges de photographies, etc...

News :

A la suite des cas de factures 3G astronomiques (allant jusqu'à 150 000 € pour un mois de consommation), **Orange** a fait son mea culpa, par un communiqué également en date du 19 novembre en annonçant des mesures qu'il qualifie "*d'urgence*". L'opérateur reconnaît qu'une cinquantaine de clients est concernée "*avec des consommations qui dépassent les standards habituels*" parmi les 4000 utilisateurs d'offres professionnelles 3G+ Internet pro everywhere 24h/24. Ils vont être contactés un par un.

Pour ces 4000 clients toute facture supérieure à 200 € sera bloquée et donnera lieu à une prise de contact personnalisée avant son envoi.

Les articles ci-dessous ont été sélectionnés à partir du **Journal du Net (JDN)**.

05/11/2009

Bons résultats pour la branche Internet par satellite d'Eutelsat

Eutelsat Communications annonce une croissance record en pleine crise économique et, entre autre, une progression de 10,3% (10,7 millions d'euros) de ses services d'accès Internet par satellite D-STAR et Tooway.

C'est ainsi qu'au cours du trimestre écoulé, la solution **D-STAR**, dont 10028 terminaux étaient déployés au 30 septembre 2009, a été sélectionnée pour fournir une connexion à l'Internet haut-débit à 470 écoles marocaines en zones rurales. Par ailleurs, avec 48 distributeurs dans 22 pays au 30 septembre 2009, dont **Sat2way** et **Numéo** en France, la solution **Tooway** d'accès Internet haut débit pour les foyers rencontre un intérêt croissant de la part des gouvernements et collectivités afin de combler la fracture numérique. C'est ainsi que **Tooway** a été récemment sélectionné par l'opérateur irlandais "**3**" et **Satellite Broadband Ireland** afin de permettre aux 5% à 8% des foyers irlandais situés à l'écart des réseaux fixes terrestres de disposer d'un accès Internet haut débit dans le cadre du "National Broadband Scheme".

12/10/2009

De la téléphonie sur IP par satellite avec Vivéole

Vivéole, fournisseur d'accès Internet par satellite, propose désormais un service de téléphonie en

option. Certes, les couts sont plus élevés que les offres ADSL du marché mais ceci s'explique par le cout du transport du signal satellite qui est lui même beaucoup plus élevé que l'ADSL. Ainsi, pour pouvoir téléphoner en illimité sur les fixes en France métropolitaine, le forfait de **Vivéole** vous coutera 19 euros par mois. Précisions que les communications téléphoniques entre abonnés **Vivéole** sont gratuites, quel que soit le forfait souscrit.



Détail des forfaits :

- A la consommation : 9,00 €/mois
- Forfait 3h vers les fixes en France : 13,00 €/mois
- Forfait illimité vers les fixes en France : 19,00 €/mois
- Forfait illimité vers les fixes en France+ 1h mobiles : 29,00 €/mois
- Forfait illimité vers les fixes en France + 2h mobiles : 39,00 €/mois
- Forfait illimité vers les fixes en France + 4h mobiles : 59,00 €/mois

Pour pouvoir profiter de ce service, **Vivéole** met gratuitement à disposition de l'abonné un boîtier nommé "Phony Box" qu'il suffit de raccorder au modem Internet par satellite, et de raccorder le téléphone à ce boîtier.



07/10/2009

SES ASTRA annonce aujourd'hui que son service d'accès Internet par satellite ASTRA2Connect a atteint le chiffre symbolique de 50000 abonnés.

Nous avons déjà rapporté un chiffre de 40000 abonnés en juillet dernier. **ASTRA2Connect** aurait donc gagné 10000 nouveaux abonnés en 3 mois dans l'ensemble de ses 14 pays européens de présence (sans compter les 10 nouveaux pays d'Afrique). Soit 3300 nouveaux abonnés par mois et non 10000 par mois comme annoncé en juillet. Néanmoins, avec 3300 nouveaux abonnés par mois, c'est une croissance très rapide !

12/09/2009



SES ASTRA a annoncé un accord avec Intersat Africa pour pouvoir proposer prochainement son service d'accès Internet par satellite bidirectionnel en Afrique Centrale et en Afrique de l'Est.

Le service sera revendu dans une dizaine de pays : Kenya, Ouganda, Tanzanie, Somalie, Rwanda et République Démocratique du Congo.

Ce service permettra à tous les Africains concernés par la couverture du satellite d'obtenir un accès haut débit à l'Internet, en bidirectionnel.



ASTRA2Connect sera disponible en Afrique Centrale et en Afrique de l'Est dès le mois de janvier 2010.

03/09/2009

ASTRA2Connect s'installe en Pologne avec TP



SES ASTRA vient de signer un accord de distribution de son service d'accès Internet par satellite ASTRA2Connect avec l'opérateur de télécommunication **Telekomunikacja Polska** (TP) en Pologne, dont le logo ci-contre ne vous laissera forcément pas indifférent. En effet, TP est la version polonaise de l'opérateur historique français, France Télécom.

France Télécom continue donc de faire confiance au service **ASTRA2Connect** et signe un accord de distribution en Pologne. TP distribuera 3 offres de services différentes, avec des vitesses de téléchargement de 512Kb/s à 2Mb/s.

Ce service d'accès Internet par satellite délivré grâce à ASTRA2Connect est le seul service d'accès Internet par satellite disponible en Pologne. Les polonais situés en zones blanches avaient jusqu'à présent le choix entre du bas débit et... rien.

Conclusion

Ainsi, face au développement massif de l'internet et son réseau filaire, on s'est demandé si l'internet par satellite avait sa place comme moyen alternatif d'accéder au web.

On a d'abord vu que les techniques de transmission par satellite étaient complexes, mais expérimentées depuis déjà de nombreuses années, et bénéficiaient d'une solide expérience. Cependant, on a vu qu'elles étaient d'abord peu adaptées à l'internet, et que plusieurs protocoles et adaptations ont dû voir le jour pour en assurer le service. Ce dernier peut donc être maintenant proposé à tout utilisateur sur la planète, spécialement lorsqu'il se trouve en zone blanche, zone souvent délaissée par les systèmes filaires. Mais, malgré cet avantage énorme, plusieurs inconvénients empêchent l'internet par satellite de s'imposer comme technologie d'excellence dans le domaine : le débit reste insuffisant et le service demeure coûteux et instable. Par ailleurs, la France ne s'y est mise que tardivement.

Cependant, on a vu que cette technologie répondait à un besoin urgent de permettre l'accès à internet partout sur Terre. Ainsi on est en droit de dire qu'elle demeure sans aucun doute, la meilleure solution pour une couverture internet globale de la planète. C'est pourquoi on peut considérer que nous nous trouvons encore au début du développement de ce service, qui n'est amené qu'à se développer et voir sa technologie s'améliorer pour pallier aux différents inconvénients qui font encore préférer la fibre optique aux usagers.

L'avenir de l'internet par satellite est donc prometteur !

Bibliographie:

- Tanenbaum, Andrew, *Réseaux 4^{ème} édition*, Pearson Education, 2001
- Bernard Martin, *Internet par Satellite*, 1999 (Technique de l'ingénieur ref h3560)
<http://www.techniques-ingenieur.fr/book/h3560/internet-par-satellites.html>
- Thomas Zurbuchen, Joan Ervin, Kelly Moran, Drew Heckathorn, conference "Satellite Based Internet for Developing World", Avril 2008
<http://www.youtube.com/watch?gl=US&v=ordGzTCIFzg>
- M.Kohn, "Providing global broadband Internet access using low-earth-orbit satellites"
<http://www.sciencedirect.com>
- Hervé Benoit, *Télévision par satellite – Technique de la réception analogique et numérique*, Dunod, 621.388BEN
- Gérard Maral, *Systèmes de télécommunications par satellite*, 1996, (Technique de l'ingénieur, ref : E7560)
<http://www.techniques-ingenieur.fr/book/e7560/systemes-de-telecommunications-par-satellite.html>
- <http://forum.ubuntu-fr.org>
- <http://observatoiredessubventions.com>
- <http://www.Olnet.com>
- <http://www.ac-nancy-metz.fr/Pres-etab/JeannedArcNancy/cultu/documents/cnrs/atelier1.pdf>
- <http://www.arcep.fr>
- <http://www.debats-parlementaires.fr>
- <http://www.internetparsatellite.net>
- <http://www.lemondenumerique.com>
- <http://www.multi-hardware.com>
- <http://www.numeo.fr/pdf/sat-notice.pdf>
- <http://www.l.nordnet.fr>
- <http://www.ariase.com>
- <http://www.idate.fr>
- <http://www.journaldunet.com>