

# Introduction

La conquête de l'espace est une passion qui a depuis longtemps fasciné l'esprit des savants. Par contre l'idée de placer un objet autour de terre à commencer à germer au début du 19<sup>e</sup> siècle. Il a fallu attendre 1945 pour que ce concept de satellite voie le jour. C'est le britannique Arthur C. Clarke qui introduit le premier, le concept de communication par satellite.

Le 04 octobre 1957, l'union soviétique lance le premier satellite artificiel : le sputnik1. Ce dernier est équipé d'un simple émetteur radio.

L'évolution de ce concept ne cesse pas d'évoluer jusqu'à nos jours. Ce qui a fait que beaucoup de services commerciaux a vus le jour. C'est le cas d'Eutelsat qui est l'un des plus grandes opérateurs mondiaux de satellite. Cette société assure une couverture sur quatre continents englobant l'Europe, le Moyen-Orient, l'Afrique, le Sud-ouest asiatique ainsi que l'Est de l'Amérique du nord et l'Amérique du sud. Cette infrastructure satellitaire confère à Eutelsat une grande flexibilité pour offrir tout une gamme de services comprenant la télédiffusion, la distribution vidéo, les réseaux d'entreprises, ainsi que des services d'accès internet hauts débit. Partant de ces objectifs l'Eutelsat lance le W3A. Ce satellite a été conçu pour tirer une position orbitale à laquelle ils servent à des grands clients et aussi à renforcer leur offre sur leurs marchés. Ce nouveau satellite leur permet de presque doubler leur capacité en Afrique sub-saharienne et notamment d'y servir à des nouveaux utilisateurs des services hauts débits.

Dans le cadre de notre étude, nous allons voir en premier lieu quelques aspects sur les satellites en général et en fin le W3A et ses services hauts débits en particulier qui est l'objet de notre travail.

C'est dans ce concept d'étude que nous allons traiter notre sujet.

## **Chapitre 1 : les satellites et système de transmission par satellite**

### **1-Présentation du satellite**

Un satellite est une sorte de relais hertzien. En effet il ne s'occupe pas seulement de la compréhension des données : ce n'est qu'un simple miroir. Son rôle est de régénérer le signal qu'il a reçu et de le retransmettre sous forme amplifié à la station réceptrice. Il offre également une capacité de diffusion, c'est-à-dire qu'il peut retransmettre les signaux captés depuis la terre vers plusieurs stations. Il peut aussi récolter des informations venant de plusieurs stations différentes et de les retransmettre vers une station particulière. De plus, il est possible d'établir des liaisons directes entre satellites. Ce principe a d'ailleurs été utilisé dans le projet Iridium développé par Motorola

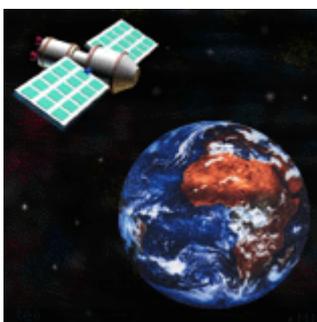


Figure 1.1 exemple d'un satellite en orbite

Tous les phénomènes qui se passent au bord du satellite sont dus aux différents sous système de télécommunication tels que la charge utile et la plate forme.

S'agissant de la charge utile (tous les équipements présents sur le satellite permettant la mise en œuvre de communication), parmi eux on peut noter les antennes d'émission et réception, les équipements électroniques et les transpondeurs.

- Les antennes d'émission et réception a bord du satellite

Elles définissent les zones de couverture des satellites pouvant comporter un à plusieurs faisceaux. Elles on le même principe de fonctionnement que celle des stations terriennes. Cependant des contraintes de limitation d'espace au tour du satellite leur imposent des dimensions réduites.

- Equipements électroniques

Ce sont ces équipements qui permettent à un signal de satellite spécifique d'être séparé de tous les autres signaux reçus par une station terrienne et qui converti le format du signal en un format pour la vidéo, voix et données. Ces équipements sont composés des modems et possiblement des routeurs.

Pour les modems (modulateur-démodulateur), ils convertissent les signaux binaires, tels que ceux qui viennent des ordinateurs, pour communiquer sur une ligne analogique comme une ligne téléphonique, ou sur une porteuse dans le cas d'une transmission par ondes hertziennes. Quant aux routeurs, ils sont des dispositifs de couche réseau qui déterminent la voie optimale par laquelle le trafic du réseau devrait être acheminé. Les routeurs acheminent des paquets d'un réseau à l'autre selon l'information de la couche réseau.

### **\_ Transpondeur**

Le transpondeur ou répéteur est l'appellation donnée au réémetteur embarqué à bord du satellite. Il reçoit la porteuse issue d'une station terrienne émettrice, la amplifie, la convertit à la bande de fréquence adéquate pour la liaison descendante avant de la transmettre vers la station terrienne réceptrice. Un satellite peut être équipé d'un ou plusieurs transpondeurs et chaque transpondeur est associé plusieurs canaux de transmission dont chacun pouvant comporter une gamme de fréquence déterminée.

Pour les satellites géostationnaires les caractéristiques des répéteurs résultent d'une suite de compromis entre plusieurs facteurs.

- ◆ Puissance consommée et la bande de fréquence utilisée
- ◆ Puissance émise par le satellite et diamètre d'antenne
- ◆ Gain en réception du satellite qui est la puissance de la station terrienne.
- ◆ Le facteur de mérite de la station terrienne, le diamètre de l'antenne étant d'autant plus petit autant que les fréquences sont plus élevées.
- ◆ Sur leur anneau de positionnement : les satellites géostationnaires doivent être distants de 1000 km au moins de l'un à l'autre afin d'éviter toute interférence.

Dans les satellites de nouvelle génération, il est possible d'allouer de façon dynamique le débit de chaque transpondeur selon le type de communication et dans le temps.

## **2-la transmission par satellite**

La transmission par satellite consiste à prendre en charge des informations générées par un terminal directement connecté à une station terrienne et les acheminer vers un ou plusieurs stations.

Une liaison par satellite de télécommunication peut donc être assimilée à celle d'un faisceau hertzien mais la seule différence est que le satellite joue un rôle d'un relais spatial.

Le signal qui constitue l'information à transmettre module une onde hyperfréquence dite porteuse émise par une station depuis le sol vers le satellite. Ce dernier joue le rôle d'un équipement d'amplification placé dans l'espace. Il transpose en fréquence le signal et le retransmet à une autre station.

## 2.1-liaison par satellite

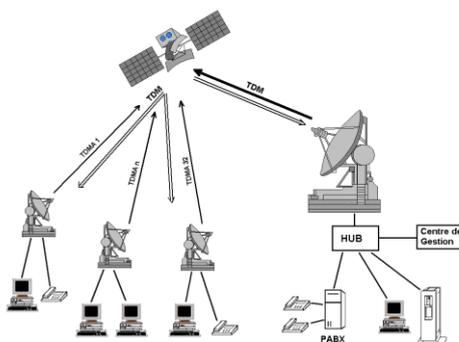


Figure 1.2 liaison par satellite

Dans une transmission par satellite, une liaison est définie comme une connexion station terrestre-satellite-station terrestre. Elle comprend deux parties principales le secteur spatial et le secteur terrestre.

### 2.1.1-Le secteur spatial

Le secteur spatial est composé du satellite et de sa charge utile, du système de poursuite au sol c'est-à-dire l'ensemble des moyens situés au sol, (de télémétrie, centre de contrôle de satellite, pour le maintenir et le bon fonctionnement).

### 2.1.2-secteur terrestre

Le secteur terrestre est essentiellement constitué des stations terrestres. Les utilisateurs de systèmes de transmission par satellite y accèdent par l'intermédiaire d'équipement de réception tel que le Vsat (particuliers, entreprise) et les stations terrestres (pour entre autres les exploitants de télécommunication). Ces antennes permettent l'émission et ou la réception des signaux en direction ou en provenance de satellite et souvent ainsi d'interface entre le satellite et le réseau de communication terrestre.

### **3-les caractéristiques du système de transmission**

#### **3.1-les orbites**

Les satellites utilisent la force gravitationnelle de notre planète afin de se maintenir à une position et à une distance bien déterminée de la terre. De ce fait plusieurs orbites sont en fonction :

L'orbite LEO se trouve de 700 à 2000 Km au dessus de notre planète. Ici le satellite doit se déplacer très rapidement pour empêcher qu'il soit dévié de l'orbite basse par la gravité et qu'il entre en collisions avec la terre. Les satellites à orbite basse font le tour de la terre au complet dans environ 1,5 heures.

L'orbite MEO se trouve de 10000 à 20000 Km au dessus de notre planète. Cet orbite peut être elliptique plutôt circulaire et peut couvrir les pôles nord et sud. Les récepteurs sur terre doivent assurer le suivi de ces satellites. L'orbite de satellite MEO est plus grande que celle de LEO et, par conséquent, ils restent à portée de la vue des stations réceptrices terrestres plus longtemps.

Pour l'orbite GEO, cette orbite se trouve à 35850km (environ 36000 km) au dessus de la surface de la terre. Un satellite en orbite géostationnaire fait le tour de la terre en 24heures, le temps qu'il faut pour que la terre fasse une rotation sur elle-même. Ces satellites sont placés sur l'équateur et se déplacent dans la même direction et même vitesse que la terre, c'est pourquoi ils semblent être fixes par rapport à un point donné sur terre. Dans cette orbite à haute altitude, les satellites GOS sont toujours en mesure de voir les stations réceptrices sur terre et leurs signaux peuvent couvrir une grande zone terrestre.

Quand on parle des orbites, on peut avoir l'orbite HEO, ou les satellites en orbite hautement elliptique. Les HEO ont une apogée très élevée (altitude maximale) et une périégée très basse (altitude minimale). Les satellites HEO offrent une excellente couverture des altitudes élevées. Plusieurs satellites en orbite HEO ont une période de rotation de 24heures et donc comme les GEO ils semblent rester fixes par rapport à un point donné sur terre. On peut avoir comme exemple le Sirius Digital Audio Radio Satellites.

### 3.2-la couverture d'un satellite

L'orbite d'un satellite, par sa forme et son rayon définit la zone de couverture et la portée d'un satellite. Plus le satellite est plus loin de la terre sa couverture est beaucoup plus importante comme le montre le schéma ci-dessous. C'est évident que ce critère reste un élément majeur dans le choix et l'élaboration d'une solution par satellite. En effet plusieurs systèmes de satellite peuvent couvrir la même superficie mais chacun se distinguera par un ensemble de caractéristiques particulières. Parmi elle, la plus déterminante est le nombre de satellites composant le système et la méthode utilisée pour les gérer.

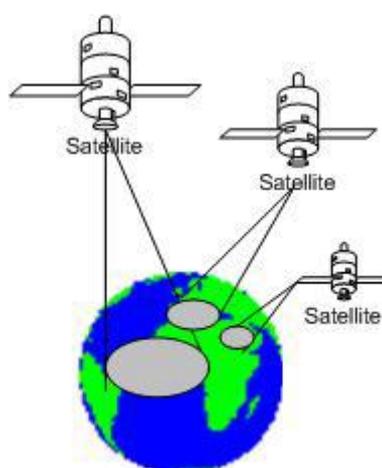


Figure 1.3 exemple des couvertures des satellites suivant leurs positions

En effet, la couverture d'un satellite géostationnaire peut être atteinte par une constellation de satellite à plus basse altitude mais il faudra alors s'intéresser aux moyens de rendre ce réseau homogène sur l'ensemble de la zone. Pour cela deux solutions sont possibles soit les satellites communiquent entre eux soit un relais terrestre qui permet de les synchroniser.

Ce choix doit aussi tenir compte du nombre des stations terrestres, de leur densité et des évolutions futures. Une société multinationales aura peut être plus intérêt à investir et privilégié une solution géostationnaire pour une couverture vaste plutôt que favoriser une zone du monde avec une autre solution. On peut apprécier ici la grande étendue couverte par un seul satellite

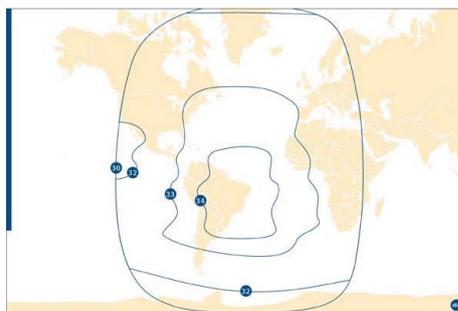


Figure 1.4 couverture d'un géostationnaire

On peut dire que selon l'angle d'élévation choisi, trois à cinq satellites géostationnaires peuvent largement couvrir la totalité de la terre. Quand aux MEOS, il faut au minimum une dizaine des satellites pour assurer une couverture mondiale. Pour les LEOS on utilise une chaîne de satellites pour chaque orbite. Donc il faut plusieurs orbites pour avoir une couverture globale.

### **3.3-les services supports**

Les services satellites occupent une place très important dans le développement de télécommunication moderne. Ils se résument en deux niveaux les types de liaison de système satellitaire et les types d'applications offerts.

Quand aux liaisons par satellites, ils ont pour rôle de faire face à l'engorgement de réseaux terrestre de certaines zones. Différents types de liaisons de transmission par satellites ont été normalisées par INTELSAT.

Il faut noter que la principale vocation de satellite est de permettre la création des supports de transmission transcontinentaux au profit des grands exploitants de télécom. On distingue les Vsat, la liaison DAMA, la liaison classique mais aussi les bandes de fréquences

#### **3.3.1-les Vsat**

Dans ces dernières années, les Vsat constituent une solution de télécommunication bien établie sur le marché. Ils ne sont plus la seule qualité dans les grandes sociétés de télécommunication internationales, car la petite taille des équipements et les économies d'échelle réalisées sont permis aux prestataires des services d'offrir, aux petites entreprises et agences, des solutions basées sur la technologie Vsat pour tous les types de services : télécommunications rurales, communication maritimes, téléenseignements, télémédecines, animation de point de vente, rétablissements des communications en cas de catastrophe et de télésurveillance.

En application, les Vsat sont des systèmes qui sont prévus pour mettre en place des réseaux des données. Mais depuis son apparition dans les années 80, des améliorations ont été apportées au système et les constructeurs ont réussi à augmenter considérablement le nombre d'application possible avec un réseau de ce type.

### **3.3.2-les liaisons DAMA**

Cette catégorie comme son nom l'indique nécessite une procédure de demande pour autoriser l'émission de la station ce qui induit un délai important avant de pouvoir disposer du canal. Ce procédé est très performant pour l'usage de téléphonie générale car il permet de bien optimiser la source spatiale. L'utilisation de cette technique pour les besoins de la navigation aérienne ne convient pas, compte tenu que ce délai d'attente peut atteindre quelques secondes suivant la configuration.

Les avantages offerts sont:

- \_ Pas des produits d'inter modulation
- \_ Utilisation efficace du secteur spatial

Les inconvénients :

- \_ Architecture du réseau complexe
- \_ Nécessité d'une base de temps

### **3.3.3-les liaisons classiques**

Quand on pense que la transmission par satellite est comparée à celui de transport de voyageur, les liaisons classiques seraient l'automotrice de transport publique. Elles sont donc la gamme de liaison par satellite qui est à la disposition de tous les utilisateurs. Ce type de liaison peu véhiculer un ensemble d'utilisateur d'une région. Par conséquent ces liaisons sont beaucoup plus confrontées aux problèmes de longs délais de transmission et d'affaiblissements des signaux causés par la longue distance.

### **3.3.4-Les bandes de fréquences**

Pour éviter un chaos total dans le ciel, une réglementation internationale spécifique et stricte a été mise en place par l'Union Internationale des télécommunications (UIT) concernant la répartition des fréquences ; elle fait partie intégrante du règlement international des radiocommunications, Cette réglementation définie notamment la position orbitale des satellites et les bandes de fréquences qu'ils doivent utiliser et respecter. Plusieurs types de services de communications par satellites sont définis

dans la réglementation : le service fixe par satellite (SFS), le service mobile par satellite (SMS) qui comporte un service mobile terrestre et un service mobile maritime, le service de radiodiffusion (SRS).

La première bande qui a été utilisée par les satellites commerciaux pour les services SFS, fut la bande C (6/4 GHz). Elle est aujourd'hui encombrée. Cette bande est divisée en deux sous bandes ; la plus basse pour les flux descendants (satellite/terre) et la plus haute pour les flux montants (terre/satellite). Dans le cas d'une communication full duplex, il est nécessaire de disposer de deux canaux par connexion dans chaque plage de fréquence. Cette bande est surtout utilisée par les opérateurs pour leurs liaisons intercontinentales.

La bande KU, plus récemment utilisée, donc pas encore encombrée, est surtout utilisée pour les services fixes par satellite dans les bandes 12/11 GHz. Le désavantage de cette bande est qu'elle est sensible aux orages ; l'eau de pluie absorbe les signaux. Par contre cette bande, est peu sensible aux parasites urbains et est donc préconisée pour l'utilisation des VSAT.

La bande Ka permet l'utilisation d'antennes encore plus petites. Cette bande est surtout utilisée par les terminaux mobiles de type GSM

La bande L est principalement destinée aux satellites en orbite basse. Les bandes de fréquences de la bande L ont été définies par la conférence mondiale de 1992 pour le service mobile par satellite

Il y a en fin la bande de fréquence X qui est réservée aux applications militaires

## **Chapitre 2 : les applications du satellite**

### **1-les services fixes par satellites**

De façon générale, les opérateurs et associations professionnelles du secteur des services par satellite estiment que la plupart des services offerts par les systèmes de service fixe par satellite (SFS) ne sont pas concurrents mais complémentaires de l'offre fournie par les technologies terrestres.

La plupart des contributions soulignent que la technologie spatiale est particulièrement adaptée à la fourniture de services dans les zones géographiquement difficiles d'accès ou bien lorsque les technologies terrestres n'ont pu être déployées en raison de contraintes économiques. Elle présente également des avantages spécifiques par rapport aux systèmes de transmission terrestres : couverture étendue, rapidité de déploiement, souplesse d'utilisation pour répondre la demande vis-à-vis des besoins en spectre et des évolutions des services. La transmission par satellite peut être ainsi utilisée comme recours pour pallier aux éventuelles défaillances des réseaux terrestres.

Les contributions ont mis en avant plusieurs catégories de services offerts :

- Le trafic lié au service téléphonique commuté ;
- L'accès Internet et les services multimédias ;
- Les communications d'entreprise ;
- La transmission audiovisuelle.

Selon les modes de fonctionnement, des satellites offrent des services fixes comme le cas des satellites météorologiques. Avant l'arrivée de ces types de satellites, les prévisions météo étaient beaucoup plus aléatoires qu'aujourd'hui. Un des problèmes était que les stations météo n'existaient que dans peu d'endroits. Par ailleurs les conditions météo restaient un mystère. il était impossible de mesurer la température au niveau des océans, d'observer les nuages en altitude, de connaître le rayonnement terrestre ou encor de suivre en direct le déplacement d'une tempête tropicale. Depuis les années soixante tout cela est possible grâce aux satellites météo. Chaque système de dépression ou d'anticyclones est devenu subitement visible dès l'apparition des satellites météorologiques, choses impossible à observer depuis une station terrestre. L'Europe y est très présente grâce aux satellites METEOSAT.

. Avant l'ère spatiale, l'homme n'avait en effet jamais embrassé l'ensemble d'un hémisphère d'un seul coup d'œil. Il a donc fallu la mise en orbite des premiers

véhicules spatiaux pour faire reculer l'horizon accessible et montrer notre planète comme jamais nous ne l'avions vue auparavant. Aujourd'hui, le satellite d'observation est devenu indispensable aux scientifiques et aux industries. Il offre à chacun d'entre eux une multitude de raisons d'observation de la terre depuis l'espace du spectre électromagnétique.

Les cartographes apprécient l'aptitude d'un satellite à couvrir instantanément des vastes superficies, même les plus inaccessibles par voie terrestre, et de pouvoir renouveler l'observation à la demande

## **2-les services mobiles par satellite**

Les services mobiles par satellite fournissent les télécommunications des stations terrestres mobiles, que ce soit directement par des éléments terrestres complémentaires fixes. Les services mobiles par satellite existent depuis les années 1970 pour les communications d'urgence, de catastrophe et de sécurité, notamment pour les navires et les aéronefs, puisqu'il est aisé de disposer de la visibilité directe en mer et dans les airs. Les premières offres en matière de MSS ont été limitées à des communications vocales, des télécopies et des données à faible débit, mais, au cours de ces dernières années, les possibilités et les capacités des systèmes ont été renforcées jusqu'à inclure des accès multimédias multidirectionnels, des groupements de nouvelles par satellite et l'Internet à large bande.

Certains satellites travaillent dans les domaines des services mobiles. C'est le cas des satellites militaires qui ont constitué la première forme de satellites d'observation. En effet, dès 1959 et dans le cadre de la guerre froide, les États Unies et l'URSS ont développé des satellites militaires d'observation, que l'on appelle couramment des satellite-espions. Ils permettent bien évidemment de pouvoir observer les ressources militaires de l'ennemi dans des zones peu accessibles afin d'évaluer les dangers que celle-ci étaient susceptible de représenter. Ces satellites permettent de découvrir certaines menaces et de les supprimer. Les satellites militaires permettent aussi de guider des missiles ou d'intercepter des communications téléphoniques, ce qui est nettement moins positif. Mais la vocation première d'un satellite militaire est d'aider les militaires, non seulement dans le secteur stratégique mais aussi dans le champ de bataille.

A part les satellites militaires on peut avoir aussi les satellites de positionnement qui jouent un grand rôle non seulement dans les télécommunications mais aussi dans la localisation et la navigation. Cette dernière est l'ensemble des technologies qui permettent de connaître la position d'un mobile par rapport à un système de référence, de calculer ou de mesurer le cap à suivre pour rejoindre un autre point de coordonnées connues, de calculer d'autres informations pertinentes (distance, vitesse de déplacement, etc.)

### **3-les services radiodiffusion par satellite**

Pour les services de télédiffusion par satellite, le satellite est infiniment plus complétifs que les réseaux terrestres puisque d'un seul point, des centaines de programme télévisés peuvent être diffusés vers des centaines de millions d'individus. L'utilisation de satellite géostationnaire associée à la technique de compression numérique a permis, au cours de ces dernières années, de diviser par des centaines le cout de diffusion d'une chaine de télévision entre studio d'enregistrement et un téléspectateur.

Il est prévu que les services de télédiffusion par satellite continuent à s'étendre tant pour les chaines de programme TV que pour de nouveau services, représentant des milliers des chaines à l'horizon des années qui suivent.

Par ailleurs, les satellites géostationnaires offrent de s services de radiodiffusion numérique, combinant des canaux radio haute qualité et une diffusion d'information de toute nature, sous forme des données ou d'mage fixes ou lentement animées. Actuellement les satellites occupent une place non négligeable en proposant des services à taux d'interactivité variables.

### **Chapitre 3 :l'évolution des technologies par satellite**

Les systèmes de satellites de télécommunications sont entre dans une période de transition ; allant des communications de point à point entre des stations terrestres de grande dimension et très onéreuses, jusqu'aux communications d'informations plus denses entre de petits équipement à faible coût. Cette évolution est liée aux divers progrès technologiques réalisés dans ce domaine : la transmission numérique, les faisceaux étroits, les méthodes d'accès multiple. Les capacités des canaux ont été ainsi démultipliées, l'emploi des fréquences optimisé, et les puissances des signaux diminuées, ce qui s'est traduit par une réduction des coûts de transmission et les puissances et l'emploi de terminaux au sol beaucoup plus petits. Le développement de la télévision numérique par satellite est la conséquence la plus concrète de ces différentes améliorations.

#### **1-l'évolution technique**

##### **1.1 -Le contrôle d'altitude**

Contrairement à un avion qui se sert de son attitude pour maîtriser sa trajectoire (il se cabre pour monter, se penche sur le côté pour virer...), le mouvement angulaire du satellite, qui évolue dans le vide, n'a quasiment pas de conséquence sur sa trajectoire (orbite).

L'orbite du satellite est définie par la vitesse initiale que lui communique le lanceur Ariane, puis par les petites corrections effectuées régulièrement à l'aide de micro propulseur.

Le contrôle d'attitude (orientation angulaire) est important pour que le système optique reste pointé vers la zone au sol dont on veut obtenir l'image. Or le satellite a tendance à se dépointer sous l'action de couples produits par l'environnement (aérodynamique de l'atmosphère résiduelle sur le générateur solaire, pression de radiation solaire ...) ou produits en son sein (par le mouvement d'une pièce mécanique...). Il faut donc contrôler activement l'orientation angulaire mais aussi assurer une stabilité de cette orientation pour éviter l'effet de "bougé" sur les images.

Le contrôle est assuré en permanence par une boucle d'asservissement : des capteurs mesurent l'orientation du satellite, le calculateur de bord traite ces mesures et établit

les commandes qui, exécutées par les actuateurs, doivent maintenir un pointage parfait.

SPOT 4 est stabilisé "trois axes", ce qui veut dire qu'il est asservi sur une orientation donnée pour chacune des trois directions de l'espace. L'une d'elles correspond à la direction satellite / centre Terre, appelée aussi "direction géocentrique" ; une autre est perpendiculaire à cette géocentrique et dans la direction de la vitesse du satellite ; la troisième est perpendiculaire aux deux premières. Toutes trois définissent le repère orbital local.

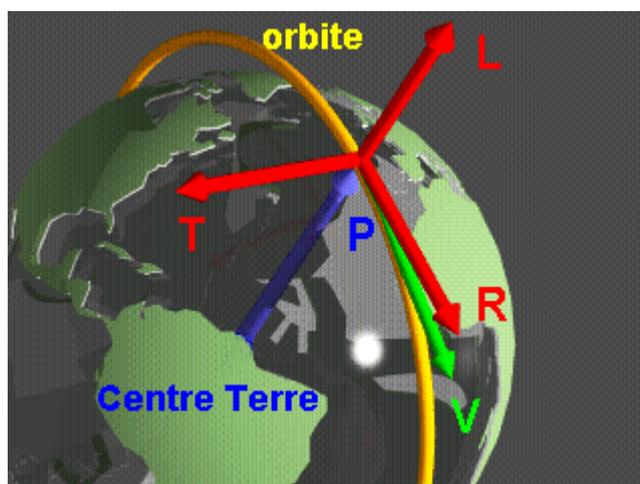


Figure 3.1 exemple d'un contrôle d'un satellite

Le repère orbital local est défini en chaque point de l'orbite par les trois vecteurs unitaires. Ces vecteurs sont construits à partir du vecteur position et du vecteur vitesse du satellite :

- Le vecteur L est colinéaire au vecteur position P (sur l'axe centre Terre, satellite). Il définit l'axe de lacet.
- Le vecteur T est perpendiculaire au plan de l'orbite (vecteur L, vecteur V). Il définit l'axe de tangage.
- Le vecteur R complète le trièdre. Il appartient au plan (vecteur L, vecteur V) et définit l'axe de roulis. Il ne coïncide pas exactement avec le vecteur vitesse à cause de l'excentricité de l'orbite.

## **1.2 -Le stockage de l'énergie : les batteries**

Compte tenu de l'orbite choisie, le générateur solaire se trouve à l'ombre de la terre à chaque orbite durant une période d'éclipse d'environ 35 min et éclairé pendant 65 min. Le courant n'est généré par les cellules que pendant les périodes éclairées. Il faut donc un élément capable de stocker de l'énergie pendant le jour et de la restituer en éclipse pour alimenter de façon permanente le satellite. De même, pendant les phases de lancement, avant que le générateur solaire ne soit déployé, l'alimentation du satellite doit être assurée.

A chaque orbite, les batteries effectuent un cycle complet décharge - recharge. Pour tenir les cinq années de durée de vie souhaitée, ce qui représente plus de 25 000 cycles, une gestion très fine des batteries s'impose ; des lois de contrôle ont été mises au point après de longues expérimentations en collaboration entre la société SAFT, le CNES et l'Agence Spatiale Européenne

- contrôle de la quantité d'électricité déchargée par rapport à la capacité nominale de la batterie : la profondeur de décharge ne doit pas dépasser 25 %.
- contrôle des quantités d'électricité rechargées et déchargées : leur rapport, ou coefficient de recharge, doit être géré tout juste au dessus de 1 ; sa valeur dépend de la température.
- contrôle de la tension de charge de chaque batterie par rapport à un certain seuil (36,5 Volts) qui dépend aussi de la température. Il faut limiter le courant de charge à 12 Ampères maximum. Cette gestion est assurée par un équipement électronique - le régulateur shunt jonction (RSJ) - capable de réguler le courant et la tension de charge tout en assurant l'alimentation correcte du satellite.

Enfin, il est impératif de contrôler la température des batteries. Elle est nominalement maintenue entre - 5° C et 0° C.

## **1. 3- La technique de modulation**

Le traitement des problèmes de synchronisation de la porteuse d'un système large bande pour des transmissions multimédia par satellite en bande Ka ; la charge utile de ce système est de type régénératif et nécessite la démodulation du signal reçu. Le

système utilise une modulation à M états de phase et fonctionne en mode paquet et à très faible apport au bruit. Dans de telles conditions, l'un des points critiques d'un démodulateur numérique cohérent embarqué à bord d'un satellite est la récupération de la phase de la porteuse, celle-ci devant être effectuée grâce aux structures directes pour permettre un temps d'acquisition inférieur à la taille du plus petit paquet à traiter

#### **1.4 -Les accès multiples**

Les techniques d'accès aux satellites ont fait l'objet d'améliorations notables. Dans les cas des applications de diffusion (radio télévision) cet accès est très important. Au niveau des satellites, le système le plus simple consiste l'allocation fixe d'un transpondeur à chaque porteuse, et donc à chaque émetteur, mais cette méthode conduit à un gaspillage de ressources, puisque les stations n'ont pas continuellement besoin d'émettre.

On préfère donc affecter plusieurs porteuses d'émetteurs à un même canal du satellite, en utilisant des techniques d'allocation multiple. Ces techniques d'accès aux liaisons par satellite peuvent être regroupées en plusieurs catégories. Ce pendant trois différents accès sont définies :

##### ◆ L'AMRF

Cette méthode qui a été l'une des premières utilisées a pour principe pour n station, on découpe la bande passante du transpondeur du satellite en n sous bande. Chaque sous bande est assignée à une station et lui permet d'émettre simultanément mais indépendamment aux autres stations.

##### ◆ L'AMRT

Cette méthode est à l'heure actuelle la plus utilisée dans le domaine de transmission par satellite. Son principe est de découper le temps en plusieurs tranches qui vont être affectées aux stations terrestres. Le problème qui se pose ce que si la station n'utilise pas sa tranche de temps pour émettre, il y a une perte de la tranche. D'où la nécessité de l'AMRT dynamique pour corriger ce problème.

## ◆ L'AMRC

Le principe de cette méthode est d'allouer un canal par durée et non pas par paquet, ceci en utilisant un code identifiant chacune des stations de système de communication

### **1.5- Capacité des répéteurs du satellite**

Un répéteur est la partie du satellite qui reçoit et retransmet les signaux à la terre. Un seul répéteur peut traiter une capacité immense d'information, ce qui correspond généralement au double de sa largeur de bande, avec des millions des bits d'informations par seconde.

Les satellites de communication d'aujourd'hui constituent un moyen idéal pour transmettre et recevoir presque toute forme de contenu allant des simples données jusqu'au contenu vidéo, audio et des données plus complexes qui nécessite une plus grande largeur de bande.

## **2-l'évolution fonctionnelle**

### **2.1- La télémédecine**

Les systèmes spatiaux contribuent à faciliter l'accès à la santé pour tous, notamment le domaine de la téléconsultation.

Reliée à un centre de régulation médicale, un terminal de téléconsultation permet d'accéder aux soins dans les endroits les plus isolés du monde, généralement dépourvus d'infrastructure de télécommunications ou sur des mobiles (avions, bateaux, ambulances....)

Le MEDES et le CNES ont développé une station portable de télémédecine par satellite (SPTS) qui a été testée dans différents pays et qui est utilisée de manière opérationnelle dans les centres de santé de la forêt amazonienne, en Guyane française.

## **2.2- La télé-éducation**

L'accès à la connaissance va connaître un véritable bouleversement au cours des prochaines décennies face à la croissance de la demande de formation, initiale ou continue, et des possibilités technologiques.

Les technologies de l'internet donnent dès aujourd'hui un coup d'accélérateur à tous les secteurs de l'éducation, en particulier à la formation à distance.

## **2.3 -Les applications du système à trajet descendant**

### **2.3.1- La navigation militaire**

Étant réservé uniquement aux militaires, elle n'est pas accessible aux récepteurs du commerce. Mais le GPS étant à la base un projet militaire, il est clair qu'il y a de nombreuses applications dans ce domaine : il a notamment été utilisé durant les campagnes de la guerre des Balkans et de la seconde guerre du Golfe pour guider des missiles, pour guider les troupes et les localiser, avoir une bonne vue d'ensemble du champ d'action...

### **2.3.2 La navigation civile**

C'est le secteur d'applications que le grand public connaît le mieux. C'est d'ailleurs le GPS qui est cité en premier lieu dans les applications de la recherche spatiale. Il y a bien sûr le fait que le système GPS équipe de plus en plus de voitures... Mais les applications destinées aux civils ne se limitent pas à cela uniquement. Il existe en effet bien d'autres systèmes qui utilisent le GPS ou le GPS couplé avec un autre système afin d'obtenir un meilleur service. Ces derniers sont extrêmement divers : il y a notamment l'agriculture de précision, à la lutte contre le car-jacking en passant par le repérage des balises de détresses.

✓ L'agriculture de précision :

L'agriculture de précision est un concept de gestion des parcelles agricoles. Elle repose sur le principe d'apporter la bonne dose, au bon endroit, au bon moment. L'agriculture de précision peut être utilisée pour optimiser la gestion d'un terrain à 3 niveaux :

1 environnemental : on limite les pesticides, les engrais et autres produits polluants.

2 agronomique : on ajuste les besoins de la plante à ses vrais besoins d'une manière extrêmement précise.

3 économiques : on augmente la compétitivité en augmentant le rendement du terrain et du temps de travail.

Elle requiert l'utilisation de nouvelles techniques, telles que la localisation par satellite et l'informatique. Le GPS est ici utile dans la première phase de l'agriculture de précision, c'est-à-dire la maîtrise de l'espace de travail. Grâce à la précision du système GPS et de capteurs spéciaux, prenant en mémoire certaines indications et notes de l'agriculteur à certaines coordonnées prises lors de son travail, il sera possible en cas de problème de retourner précisément sur les lieux. Mais l'agriculteur peut aussi noter les endroits les plus fertiles. Grâce à des « cartes de fertilités » extrêmement précises, obtenues au fur et à mesure des années, il peut ainsi décider de sa future politique d'occupation de ses parcelles. S'il veut mettre de l'herbicide afin d'éliminer toute trace de résistance dans son champ, il pourra également le faire de manière plus productive en évitant de repasser là où il est déjà passé et ne pas oublier certaines zones.

Malgré tout, l'agriculture de précision reste un outil cher (le coût d'équipement en matériel informatique et logiciel SIG, associé au prix d'un GPS et d'un capteur de rendement est d'environ 15000 euros) et n'est souvent réservé qu'aux plus gros propriétaires. Mais l'on prévoit une diminution des prix dans le futur et ainsi une plus grande utilisation de ce système.

➤ Pour le « guidage privé »

Les récepteurs GPS sont vendus dans les grandes surfaces ou équipent de série les véhicules. Les plus petits tiennent dans la poche et valent le prix d'un agenda électronique haut de gamme. Le GPS est aussi utilisé comme système de navigation les concurrents des rallye-raids ainsi que par les randonneurs et autres pratiquants de sports en pleine nature.

➤ La pêche de précision

Les pêcheurs peuvent, eux, localiser leur(s) bateau(x) avec une grande précision pour assurer leur sécurité face aux dangers de la mer (intempéries ou collisions) et augmenter la productivité de leurs activités de pêche. Sans compter que les GPS peuvent les guider pendant les tempêtes et lors des manœuvres dans les ports.

➤ Le guidage des avions

Une des premières applications pratique du GPS dépassant le simple positionnement a été mise en œuvre sur l'aéroport de Chicago, un des plus encombrés des États Unis. Il ne s'agissait pas de permettre aux pilotes de se positionner en vol, comme on pourrait le croire, mais de permettre à la tour de contrôle de connaître à tout moment la position des avions au sol afin de gérer au mieux leurs déplacements, le séquençage des décollages et d'éviter les collisions, en particulier les jours de brouillard. Chaque avion est muni d'un récepteur GPS qui calcule sa position en permanence et la diffuse par radio à la tour de contrôle. Dans la tour, un ordinateur reçoit ces positions et les affiche en temps réel sur écran, sur le plan de l'aéroport. Un «radar sans radar», en somme, qui permet aux contrôleurs d'avoir toute l'information nécessaire résumée sur un simple écran. Et puis, qui ne connaît pas le pilote automatique dans les avions, système qui a déjà aidé maints pilotes en difficultés ? Le pilote automatique n'est en fait une prise en charge de l'appareil, couplée avec une trajectographie guidée par des positions GPS en temps réel !

➤ La lutte contre le car-jacking

C'est en fait un processus passif. Dans ce cas, on installe un récepteur GPS sous le capot du véhicule à protéger. En cas de vol du véhicule, l'utilisateur appelle un centre de recherche qui va alors capter le message radio envoyé en continu par le récepteur pour donner sa position. Il ne reste alors plus à la police qu'à se rendre au domicile des voleurs pour les « cueillir » et récupérer la voiture.

### **2.4.3 -L'étude des mouvements terrestres**

Pas mal de personnes ignorent que les systèmes de géopositionnement peuvent jouer un rôle de prévention dans certaines catastrophes naturelles. En effet de nombreux systèmes sont développés ou sont en cours de développement sur Terre pour

surveiller une faille active ou encore mesurer les déformations d'un volcan. Des applications en géophysiques, certes moins spectaculaires, sont elles aussi faites grâce aux GPS : la mesure de la tectonique des plaques, la mesure du géoïde, ...

★ Mesures de la tectonique des plaques :

Pour mesurer la vitesse à laquelle les plaques terrestres avançaient, on faisait, avant d'avoir le système GPS, des estimations à partir des roches situées près des dorsales océaniques. On constate qu'il y a des bandes de roches aimantées vers le nord ou vers le sud selon la période à laquelle elles se sont solidifiées car le magnétisme terrestre change de sens de manière périodique.

L'inconvénient majeur de cette méthode est qu'elle ne fournit qu'une estimation calculée sur les temps géologiques. Les vitesses des déplacements présents pouvant être très différentes, il était indispensable de pouvoir mesurer la vitesse instantanée des déformations actuelles.

Le système utilisant le GPS est relativement simple : à un endroit donné, on fixe une tige métallique solidement liée à la roche. À l'exacte verticale de celle-ci, on place l'antenne GPS exactement à la verticale du centre du repère, à une certaine hauteur. Grâce au système GPS, on calcule avec précision la position du repère dans l'espace. Un certains temps après, on recommence l'opération et on calcule ainsi la vitesse de déplacement.

Pour avoir la déformation dans une zone considérée, on mesure le déplacement d'un certain nombre de points répartis sur ladite zone.

Pour obtenir des mesures précises (de l'ordre du millimètre), on est obligé de faire de nombreuses mesures durant un certain temps et simultanément avec tous les repères de la zone. Habituellement, on effectue une mesure toutes les 30 secondes, pendant 3 jours, sur tous les satellites visibles à chaque instant.

Cela représente une moyenne de 30 000 à 40 000 mesures par point. Évidemment, le temps de mesure est conditionné par la précision requise. Pour une précision de quelques centimètres, il faut mesurer pendant une durée de l'ordre de l'heure. Grâce à

cette technique, on a pu avoir des mesures extrêmement précises de la vitesse et de la direction des plaques terrestres ce qui a aidé les chercheurs à affiner leurs modèles.

★ La surveillance d'une faille active

Les séismes et les phénomènes liés à ceux-ci ont été la première cause de mortalité dans les catastrophes naturelles durant le siècle dernier. Malheureusement, les scientifiques ont énormément de difficultés à créer un modèle précis pour prévoir les tremblements de terre, car ils ne disposent pas d'un temps d'étude suffisamment grand et subissent l'effet aléatoire de ces événements. Malgré tout, de nombreuses études sont menées afin de découvrir les signes avant-coureurs de ces catastrophes et de pouvoir créer un système d'alerte efficace pour les populations. Les américains furent les premiers à envisager l'application du système GPS à la géophysique. Principalement à cause du très grand risque de séisme majeur dans l'état de Californie. Dans cette région du monde, le coulisement de deux plaques tectoniques le long de la faille de « San Andréas » provoque régulièrement des séismes dévastateurs. En mesurant la position de points répartis de part et d'autre de la faille, et les mouvements de ces points au cours du temps, il est possible de cartographier celle-ci précisément. L'analyse de la déformation de la surface du sol dans la région de la faille donne des informations sur la profondeur de la fracture, la longueur des segments actifs, les zones où le risque de séisme est le plus important, bref affine les modèles des géologues.

D'autre part, après un séisme, la mesure GPS donne accès au déplacement total du sol occasionné par celui-ci. Cette information est particulièrement utile pour la compréhension des mécanismes fondamentaux de la rupture sismique. Enfin, il est même possible de mesurer la position de points GPS pendant un séisme. En calculant la position du point à chaque mesure, on peut littéralement voire le point se déplacer pendant les quelques dizaines de secondes que dure le tremblement de Terre. Si ces points sont bien répartis, on peut également voire la rupture se propager le long de la faille. Là encore, toutes ces informations permettent d'analyser la propagation des ondes sismiques, et les mouvements de la surface qui en résultent. Ce type de réseau est maintenant mis en place autour d'un grand nombre de failles actives de part le monde : au Japon, en Indonésie, en Birmanie, ou encore en Turquie. Il faut rappeler

que 500 millions de personnes dans le monde vivent dans une zone sismique à risque.

#### ★ La volcanologie

Grâce au GPS, il est possible de surveiller la déformation d'un volcan en activité. Avec quelques points GPS judicieusement placés et mesurés en continu, on peut suivre jour après jour les déformations dues à la montée de lave. Ces mesures sont utiles aux volcanologues pour quantifier les phénomènes associés à une éruption. On peut également imaginer un processus de prédiction : les données seraient envoyées en permanence à un centre de contrôle qui rassemblerait les informations obtenues avec les capteurs GPS. Grâce aux précédents modèles établis par ces derniers on pourrait donc déterminer à quel moment la situation devient critique et qu'il faut évacuer la zone. Ce système est testé actuellement sur l'Etna, sur le Piton de La Fournaise, à la Réunion et en Martinique, à la Soufrière.

## **2.4 -Les applications du système de trajet montant**

Les satellites à trajet montant ont une charge utile complexe et ses émissions peuvent être brouillées mais l'émetteur au sol, ou en mer, dans le cas d'une bouée, est très simple. Pour faire connaître sa position et les données scientifiques que celui-ci est censé recueillir, un émetteur, qui peut peser moins de 20 grammes, émet un message codé régulièrement vers l'espace. Un des satellites de la constellation va alors capter l'information qui lui sera arrivée par liaison montante et l'enregistrer. Le satellite peut calculer la distance de l'émetteur en connaissant le temps que l'onde a mis pour parcourir le trajet et sa position grâce à l'effet Doppler. Dès que le satellite passe au dessus d'un des centres de traitement des données, il renvoie les informations collectées qui seront alors analysées après

### **2.4.1- La sauvegarde et la protection de la faune**

En plaçant des balises sur les animaux sauvages tels que les oiseaux migrateurs, les scientifiques peuvent aisément observer leurs déplacements. Ils peuvent ainsi obtenir des informations, inaccessibles normalement, nécessaires à la sauvegarde de certaines espèces protégées

### **2.4.2- La sauvegarde des vies**

Développé dans ce but, on estime que entre 1982 et 2005, le système Copsas-Sarsat a permis de secourir plus de dizaine des milliers des personnes, en majorité dans le domaine maritime

### **2.4.3- La connaissance et la compréhension de l'océan et de l'atmosphère**

Argos contribue activement à comprendre les océans en collectant et traitant les données fournies par 5 000 bouées dérivantes, 1 500 flotteurs de grand fond, 300 bouées ancrées et stations fixes. Ces balises mesurent la pression atmosphérique, la direction et la vitesse du vent, les courants de surface, etc.

### **2.4.4 - La surveillance des volcans**

La surveillance permanente des volcans permet de détecter immédiatement tout risque potentiel pour la population et les compagnies aériennes, qui sont parfois amenées à traverser des nuages de cendres volcaniques.

Le système Argos a été introduit dès 1992 dans des réseaux de pré-alerte volcanique (associés parfois à des détecteurs GPS). Une quarantaine des 120 volcans que compte l'Indonésie sont ainsi équipés de stations de mesures Argos autonomes.

### **2.4.5 -Les mesures et la gestion des sources en eau**

En plaçant des émetteurs sur certains fleuves, on peut prévenir d'éventuelles pénuries. Les émetteurs Argos donnent en effet l'élévation du niveau du fleuve. Ces données permettent de mieux gérer l'exploitation des barrages, le refroidissement des centrales thermiques et nucléaires, etc.

## **2.5 -L'ATM**

L'ATM est conçu pour l'intégration des services.

Le déploiement de l'ATM sur terre ne peut pas se faire rapidement, car des réseaux offrant un seul service y existe déjà ; par exemple il n'est pas possible de faire un

UP-GRADE du réseau téléphonique existant pour supporter des applications hauts débits.

Il n'est pas rentable de développer une nouvelle infrastructure pour la téléphonie.

Les satellites n'ont pas ce problème, une grande partie des services terrestre à haut débit n'a pas encore d'équivalent dans les réseaux satellitaires

## **Chapitre 1 : présentation d'Eutelsat et de son satellite W3A**

### **1-l'organisation Eutelsat et ses organes**

Eutelsat (Européen Télécommunications Satellite Organization) est une société anonyme de droit français dont le siège social est situé à Paris, rue de Balard.

Créée en 1977 en tant qu'organisation intergouvernementale dans le but d'améliorer le réseau téléphonique européen, son activité principale consiste aujourd'hui à gérer la transmission par satellite de chaînes de télévision et stations de radio. L'organisation a développée ses activités pour comprendre des services tels que la téléphonie de base, la télévision et la radio analogique et numérique, la communication pour les entreprises, le multimédia, la messagerie et le positionnement ainsi que l'accès à internet à large bande.

En 2001, Eutelsat est privatisé et devient une société anonyme de plein droit. Le 2 décembre 2005 Eutelsat fait son entrée à la bourse de Paris avec un prix d'introduction de 12 € par action.

Mi 2006, elle gérait la diffusion de plus de 2100 chaînes de télévision et 970 stations radio du monde entier avec 24 satellites géostationnaires nommés Hot Bird, Atlantic Bird, EURO BIRD, la gamme W et SESAT.

Pour prendre en considération les évolutions réglementaires, économiques et technologiques dans le secteur des télécommunications par satellite, un changement majeur dans la structure de l'organisation est intervenu en 2001, le 2 juillet 2001, tous les actifs et toutes les activités opérationnelles et obligatoires afférents de l'organisation intergouvernementale, ont été transférés à la société anonyme Eutelsat S.A créée à cet effet et régie par le droit français.

Eutelsat IGO représente aujourd'hui 48 Etats membres européens et a pour rôle essentiel de veiller à ce qu'Eutelsat S.A respecte les quatre principes de base énoncés dans la convention amendée.

La mission d'Eutelsat IGO est

- de s'assurer que la flotte d'Eutelsat garantit la couverture satellitaire de tous les Etats Parties à la convention ;
- de permettre aux Etats membres d'être en mesure d'assurer à leurs opérateurs, fournisseurs de services et diffuseurs un accès égalitaire aux services d'Eutelsat S.A concernant les conditions opérationnelles, commerciales et financières de ceux-ci ;

- d'assurer la continuité en matière de droits et obligations internationaux de l'organisation et notamment en ce qui concerne les droits d'utilisation des fréquences et positions orbitales qui ont été assignés à l'organisation ( en collectivité aux Etats parties avant juillet 2001 qui sont utilisés par Eutelsat pour les opérations satellitaires) ;
- de suivre l'évolution de la réglementation nationale et des accords internationaux pertinents et de s'assurer qu'Eutelsat S.A est en mesure de se soumettre à ces dispositions tout en garantissant le respect des obligations envers les Etats parties.

Pour assurer sa mission de garant du respect des principes de base par Eutelsat S.A, l'organisation intergouvernementale Eutelsat IGO, comprend les organes suivants :

- L'Assemblée des parties qui se compose de toutes parties à la convention Eutelsat et tient des réunions ordinaires tous les deux ans.
- Le Secrétariat, dirigé par le secrétaire exécutif, est nommé par l'Assemblée des parties pour un mandat de quatre ans. Représentant légal d'Eutelsat, le secrétaire exécutif agit sous l'autorité de l'assemblée des parties, devant laquelle il est directement responsable de l'exécution de toutes les fonctions confiées au secrétariat.

## **2-Politique d'Eutelsat dans le monde des télécommunications**

### **- Innover pour étendre les usages du satellite**

Eutelsat a construit son succès sur la fiabilité et la flexibilité de ses ressources en orbite, un principe d'excellence technique et un engagement permanent à élargir le d'application des communications par satellite. Ces forces conjuguées nous confèrent une position unique dans le secteur des communications spatiales pour identifier les scénarios et les exigences de demain et y apporter des solutions efficaces.

### **- Partenaire privilégié des grands industriels**

Cette dynamique d'innovation fait de notre entreprise un partenaire privilégié des grands acteurs industriels engagés dans la standardisation des normes de diffusion et des équipements terminaux. Membre fondateur du consortium DVB, Eutelsat s'est impliquée très activement dans la spécification des normes DVB-IP et DVB-MHP

pour le développement de la diffusion de contenus multimédia vers les PC. De même, aux cotes d'Alcatel dans le consortium Mowgly, notre entreprise travaille à la standardisation de réseaux collectifs d'accès au débit dans les transports aériens, ferroviaires et maritimes. Sur ce segment de marché, Eutelsat a également accompagné le lancement par connexion par Boeing du premier service d'accès à l'Internet pendant les vols sur l'Atlantique Nord.

- **Réduire la taille et le coût des terminaux**

Notre société poursuit de même, depuis plusieurs années, une politique d'investissement dans les équipements au sol et les charges utiles de ses nouveaux satellites visant à réduire la taille et coût des terminaux utilisés par ses clients et à optimiser l'usage de la bande passante. Ainsi, en couplant son système de multiplexage SKYPLEX et la capacité en bande ka du satellite HOT BIRD 6, Eutelsat a lancé sur l'Europe le premier service d'interconnexion en mode maillé de petits terminaux en bande ka, Skyplex Data. Ce service a notamment été choisi par l'écurie de course Renault F1 pour interconnecter ses bureaux d'études et ses sous-traitants.

- **Elargir le champ d'utilisation de nos satellites**

L'hébergement de services à valeur ajoutée sur ses téléports est une autre ligne suivie par Eutelsat pour étendre l'usage de ses satellites à de nouvelles applications et de nouveaux clients. L'acquisition du téléport de Rambouillet (France), jusque là exploité par France Télécom, s'inscrit dans cette stratégie. Là, comme à Turin (Italie), des solutions de haut débit clé en main de diffusion de données et de multiplexage sont offertes par des intégrateurs de services par satellite en interconnexion directe avec le réseau mondial de fibre optique.

- **Au meilleur niveau d'expertise en matière de systèmes et contrôle en orbite**

Mondialement reconnue pour l'expérience de ses ingénieurs et la haute qualité de ses installations, Eutelsat assure une gamme complète de services d'opérations en orbite qui vont de la mise à poste d'un satellite à sa désorbitation. Ces services sont naturellement utilisés pour gestion de la flotte Eutelsat mais ils sont également ouverts aux opérateurs nationaux ou régionaux, qui ne comptent que quelques satellites, et pour lesquels il est souvent justifié sur le plan économique et technique de sous-traiter une partie des opérations de mise à poste et de contrôle à des acteurs plus intégrés.

### 3-les satellites d'Eutelsat

La flotte d'Eutelsat possède 20 satellites et loue de la capacité de diffusions sur 4 autres : Tel Star 12, Express-A3, Telecom 2D et Express AM22.

Tableau1. les satellites d'Eutelsat

Position	Nom du satellite	Zone(s) de diffusion
15° ouest	Tel Star 12	Europe, Moyen-Orient, Afrique du Nord, Amérique du Sud
12,5° ouest	Atlantic Bird 1	Europe, Moyen-Orient, Afrique du Nord, Amérique du Sud
11° ouest	Express A3	Europe du Sud, Afrique du Nord
8° ouest	Atlantic Bird 2 Telecom 2D	Europe, Moyen-Orient, Afrique du Nord, Amérique du Sud, France, Europe de l'Ouest
7° ouest	Atlantic Bird 4	Europe du sud, Moyen-Orient, Afrique du Nord
5° ouest	Atlantic Bird 3	Europe, Moyen-orient, Afrique du Nord, Afrique de l'ouest, Amérique du Nord, Amérique du Sud
7° est	W3A	Europe, Moyen-orient, Afrique du Nord, Afrique sub saharienne, Amérique du Nord
10° est	W1 Eurobird 10	Europe, Moyen-Orient, Afrique du Nord, Sud de l'Afrique Europe, Moyen-Orient, Afrique du Nord
13° est	Hot Bird 2 Hot Bird 6 Hot Bird 7A Hot Bird 8	Europe, Moyen-Orient, Afrique du Nord
16° est	W2	Europe, Moyen-Orient, Afrique du Nord, Madagascar-île de la réunion
21,5° est	W6	Europe, Moyen-Orient, Afrique du Nord, Afrique de l'Ouest
25,5° est	Eurobird 2	Europe du sud, Moyen-Orient, Afrique du Nord
28,5° est	Eurobird 1	Europe, Afrique du Nord

33° est	Eurobird 3	Europe
36° est	W4 SESAT 1	Europe de l'est, Russie, Afrique Europe, Moyen-orient, Afrique du Nord, sud de l'Afrique
53° est	Express AM 22	Europe, Moyen-Orient, Asie, Afrique du Nord
70° est	W5	Moyen-Orient, Asie, Europe du Sud, Afrique du Nord
Inconnue	Hot Bird 1	Europe, Moyen-Orient, Afrique du Nord

## **Chapitre 2 : le satellite W3A**

### **1-les caractéristiques techniques du W3A**

#### **1-1-présentation du satellite**

W3A est un satellite de télécommunications appartenant à Eutelsat. Positionné à 7° est, il diffuse des chaînes de télévision, des radios ainsi que d'autres données numériques. Il est entré en service opérationnel le 15 mai 2004.

Construit par EADS Astrium sur une plate-forme Eurostar E3000, il est équipé de 42 transpondeurs en bande Ku diffusant sur l'Europe, l'Afrique du nord, le Moyen-Orient et l'Afrique sub-saharienne ainsi que de 2 transpondeurs en bande Ka.

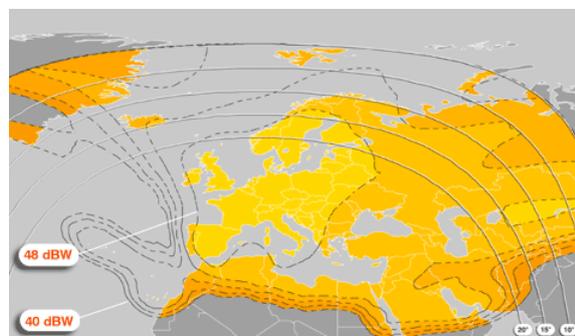
Le W3A a été lancé le 15 mars 2004 à 23h06 UTC par une fusée Proton M/Breeze M depuis cosmodrome de Baïkonour. Il avait une masse au lancement de 4450 kg. Sa durée de vie avait été estimée à 12 ans.

Il est équipé de la technologie SKYPLEX permettant le multiplexage à bord. Il est le premier satellite géostationnaire à utiliser une batterie lithium-ion.

Il est utilisé par l'Union européenne de radio-télévision pour son réseau Eurovision. Il diffuse également le bouquet turc DigiTurk et transmet de nombreux services de connexion à Internet comme OpenSky. HuguesNet Europe ou Skylogic.

#### **1-2- la zone de couverture**

La zone de couverture de W3A se situe de l'Afrique subsaharienne, en passant par l'Europe pour se terminer dans le bassin méditerranéen. Elle peut être représentée par la figure suivante.



**Figure 2.1 zone de couverture du W3A**

#### **1-3- les bandes de fréquences**

Les bandes de fréquences utilisées par le satellite W3A sont essentiellement la bande ka et la bande Ku.

La bande ka (kurt-above) est une gamme de fréquence 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 ces 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. Cette atténuation la rend inutilisable pour la diffusion télévisuelle et pour d'autres services dits « critiques ».

La bande Ku (Kurtz-under) est la partie du spectre électromagnétique définie par la bande de fréquence micro-ondes de 10.7 GHz à 12.75 GHz. La bande Ku est la plus employée de toutes les bandes de fréquences.

Elle est attribuée au service de radiodiffusion par satellite (service de télévision, de radio et données informatiques). Cette bande est la plus répondeuse en Europe, du fait de la petite taille des paraboles nécessaires à sa réception.

De nombreux démodulateurs, ainsi que les têtes universelles, intègrent cette bande de fréquence.

#### **1.4- le type de multiplexage**

Le multiplexage est une technique qui consiste à faire passer deux ou plusieurs informations à travers un seul support de transmission. Elle permet de partager une même ressource entre plusieurs utilisateurs. Il existe plusieurs techniques principales de multiplexage : temporelle, fréquentielle et par code. Nous nous attarderons sur la technologie SKYPLEX permettant le multiplexage à bord du satellite W3A.

Le SKYPLEX ou SKYPLEX Data est une technologie d'Eutelsat qui permet de multiplexer au niveau du satellite plusieurs signaux en provenance de stations d'émission terrestres indépendantes.

Les signaux audio, vidéo et de données émis par des stations indépendantes sont groupés à l'intérieur du même répéteur évitant ainsi les doubles bonds généralement nécessaires au multiplexage des signaux au sol. 4 répéteurs sur W3A utilisent cette technologie et permettent ainsi l'utilisation d'antennes de faible diamètre (90cm à 1.8m) réduisant notablement le coût des stations uplink des opérateurs.

La technologie SKYPLEX présente les avantages suivants :

- Solution large bande sans Hub
- Uplinks indépendants avec antennes de petit diamètre
- Streams Uplink avec Turbo code
- Communications bidirectionnelles en mode mesh
- Jusqu'à 6 uplinks par répéteur
- Fonctionne aussi bien en mode Burst (TDMA) qu'en mode continu (SCPC)

La technologie SKYPLEX data permet d'accéder aux applications suivantes :

- Topologie réseaux Mesh et étoile
- Business TV
- Visioconférence, Télé-médecine et télé-enseignement
- Téléphonie et voie sur IP
- Réseaux VPN et Intranet
- Couverture de catastrophes naturelles

## **2-les applications du W3A**

### **2.1-la TV et radio**

L'avènement de la télévision numérique a entraîné une formidable croissance de la demande de services de télévision professionnelle. Que ce soit pour améliorer les flux d'information interne, dispenser un enseignement à distance, ou informer la clientèle sur les produits, la télévision professionnelle optimise les communications dans votre entreprise, de façon sensible et économique.

Parallèlement, les nouvelles fonctionnalités de la radio numérique ont élargi les possibilités offertes par la radio professionnelle pour les groupes fermés d'utilisateurs et les autres applications d'entreprise, comme l'information et l'animation dans les boutiques et les grands magasins.

#### **- comment fonctionne la TV Professionnelle ?**

Techniquement, il n'y a pas de différence entre la télévision professionnelle de qualité diffusion et la télévision directe en numérique. Dans les deux cas, la technologie employée est le MPEG-2/DVB. De la même façon, des signaux vidéo peuvent être codés à l'aide de techniques informatiques (MPEG-1, Real Vidéo, etc.) pour insérer des trains vidéo dans des trains de données, lorsqu'il s'agit en particulier de les associer à d'autres services multimédia ou pour l'accès rapide à Internet.

Quelle que soit l'option retenue, la méthode de transport physique repose essentiellement sur les normes MPEG-2/DVB, ce qui permet, compte tenu de la taille du marché grand public, de commercialiser des récepteurs à un prix abordable.

Une solution économique et souple, du point de vue de la largeur de bande, consiste à choisir le mode SCPC (porteuse monovoie). Elle est particulièrement adaptée pour un petit nombre de sites de réception et nécessite l'utilisation d'une grande antenne de réception.

Les signaux de télévision professionnelle pouvant également être multiplexés, les applications qui supposent une utilisation quotidienne substantielle justifient pleinement le recours à Skyplex ou aux plates-formes numériques d'Eutelsat.

#### - comment fonctionne la RADIO Professionnelle ?

Selon le type d'application et le nombre de stations de réception, plusieurs formules sont envisageables pour la radio professionnelle :

- ° Les porteuses SCPC à bande étroite associées à la technologie des VSAT. Cela implique d'utiliser des équipements de réception professionnels et d'avoir un petit nombre de sites de réception.
- ° La modulation numérique à l'intérieur d'une sous porteuse audio analogique. Ce service est proposé par les opérateurs louant de la capacité TV analogique.
- ° Transmission audio DVB/MPEG-2 via une plate-forme numérique (comme celles d'Eutelsat). la réception du signal suppose d'être équipé d'un PC multimédia et d'un récepteur numérique satellite. Cette solution présente l'avantage de donner accès à des techniques de codages audio plus avancées (ex. : MPEG-3 ou ACC) et de permettre l'utilisation du même train pour d'autres applications, telles que la distribution de données, en dehors des heures de diffusion habituelles.

## 2.2-la voix sur IP

La voix sur réseau IP, ou « VoIP » pour Voice IP, est une technique qui permet de communiquer par la voix via l'Internet ou tout autre réseau acceptant le protocole TCP/IP. Cette technologie est notamment utilisée pour supporter le service de téléphonie IP (« ToIP » pour Telephony over Internet Protocol).

Le terme « VoIP » est en général utilisé pour décrire des communications « point à point ». Pour la diffusion, de son ou de vidéos sur IP en multipoints, on parlera plutôt de streaming pour une simple diffusion, comme les radios Web par exemple. Le

terme multipoints sera réservé à des visioconférences dont le nombre de participants est plus grand que deux.

La voix ou le son sur IP peut se faire en mode Unicast, broadcast ou Multicast sur les réseaux, c'est-à-dire en mode « point à point » en mode « une émission et plusieurs réception » (comme un émetteur TV, par ex.) et en mode « une émission pour plusieurs » (mais le signal n'est routé que s'il y a des récepteurs) comme les radios Web. Le protocole H.323 ne fonctionne qu'en mode Unicast.

Le transport de communication sur IP est très dépendant du délai de latence d'un réseau. Ce délai influe beaucoup sur la qualité psycho acoustique d'une conversation. Avec l'avènement des réseaux 100 Mégabits/s et ADSL, les temps de latence deviennent acceptables pour une utilisation quotidienne de la voix sur IP. A l'inverse, les connexions par liaison satellite souffrent d'un temps de latence souvent trop important pour prendre en charge les applications de voix sur IP. En moyenne, le temps de latence sur ce type de liaison est estimé entre 400 et 800 millisecondes. Une connexion filaire (fibre optique ou cuivre) bénéficie d'un temps de latence de 60 à 200 millisecondes. Plus que la latence, c'est la gigue ((en) jitter) qui pénalise la voix sur IP. En effet, s'il y a des fluctuations du signal en amplitude et fréquence il faudra un mécanisme de remise en ordre des paquets afin de restituer le message vocal, processus qui se traduira par des blancs et des attentes.

### 2.3-la connexion du réseau GSM

Alors que les réseaux de communications s'étendent à des régions toujours plus isolées, l'infrastructure terrestre requise pour interconnecter les réseaux GSM n'est pas toujours suffisantes. Les satellites apportent une solution idéale de raccordement des réseaux GSM pour élargir la couverture cellulaire, créer une dorsale de réseau ou encore fournir une solution de secours en cas de problème sur le réseau terrestre.

Les satellites d'Eutelsat sont au cœur même de ces réseaux, assurant la connectivité entre les stations de base distantes d'émission réception (BTS) et les contrôleurs de stations de base (BSC), ou entre les contrôleurs et les centres de commutation mobiles (MSC).

Les techniques de compression éliminent le silence redondant et les blocs libres à la fois sur les liens A-Bis (BSC vers BTS) et A-Ter (MSC ver BSC), optimisant l'usage de la bande passante du satellite et réduisant les frais de transport sur le réseau GSM.

Le raccordement GSM par satellite vous évite de passer par l'infrastructure terrestre et participe au désenclavement des régions les plus isolées. Simples à installer et facilement extensibles, ces réseaux évolueront en fonction de vos besoins.

## 2.4-les services points à points

La liaison point à point est l'application satellitaire la plus répandue. Pour transmettre des contenus vidéo ou des données entre deux points situés dans une même zone de couverture, le satellite est sans aucun doute le moyen de transport le plus simple.

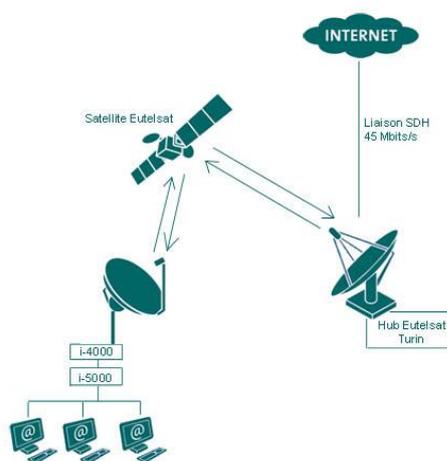


Figure 2.2 exemple d'une liaison point à point

Les transmissions utilisent deux canaux de fréquence d'un répéteur de satellite : l'un pour la porteuse de liaison allé et l'autre pour la porteuse de liaison retour. A chaque porteuse correspond une seule voie de données en mode SCPC (système de porteuse monovoie). Les transmissions peuvent se faire à différents débits, allant de centaines de kilobits par seconde à des centaines de mégabits par seconde et en passant par différents types d'interface (RS 232, V35, Ethernet...).

Ainsi, les signaux numériques sont transmis directement d'un point à un autre, via les satellites d'Eutelsat, avec un degré élevé de flexibilité et de granularité, sans passer par plusieurs opérateurs nationaux de télécoms. Les communications points à point peuvent être établies dans des délais très courts et sont facilement reconfigurables en cas de changement de site.

## **2.5-les services gouvernementaux**

Les missions gouvernementales nécessitent aujourd'hui des communications globales fiables qui puissent être mises en œuvre rapidement dans le monde entier.

Grâce à sa vaste couverture qui s'étend de l'atlantique au Pacifique, Eutelsat a construit un pôle permettant l'interconnexion directe de services entre l'Europe, le Moyen-Orient, l'Afrique, l'Asie occidentale et les Amériques.

Qu'il s'agisse d'opérations terrestres, maritimes ou aériennes, la demande de services par satellite reste dominé par trois types de besoins :

- l'interconnexions de sites dispersés ou situés en dehors des routes terrestres du haut débit

- la garantie de disponibilité immédiate de capacité

- la diffusion de contenus en simultané vers de larges publics.

La nouvelle génération de services d'Eutelsat intègre ces critères essentiels pour offrir une couverture universelle dans le secteur du débit et surtout une garantie de sécurité et de fiabilité au meilleur prix.

## **3-les performances du W3A**

Etant le plus grand des satellites d'Eutelsat de son temps, les performances du W3A ne peuvent qu'être comparées qu'avec les satellites de sa génération la plus proche. C'est ainsi que nous pourrions prétendre affirmer que la création du W3A a été motivé par les points suivants

### **Remplacer le satellite W3**

Le 7 degrés Est constitue une position stratégique en matière de couverture satellitaire, puisqu'il se situe au carrefour de l'Europe, du Moyen-Orient, et de l'Afrique. En y plaçant W3A, Eutelsat se donne les moyens de remplacer W3 en améliorant ses conditions de service : sur les marchés de la télédiffusion, des échanges de programmes, des réseaux VSAT et des services haut débit, le faisceau large du nouveau satellite assurera la couverture uniforme d'une zone réunissant l'Europe, le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord. il met en œuvre une large gamme de technologies, en bande Ku et Ka, avec possibilité de multiplexage Skyplex à bord, directement.

De son côté, le satellite W3, lancé en 1999 avec une durée de vie de 14 ans, poursuivra ses services à une autre position orbitale.

### **Des perspectives de développement élargies**

Aussi avec W3A, Eutelsat s'offre également de nouvelles possibilités de développement. A côté du faisceau large, un deuxième faisceau centré sur l'Afrique Sub-saharienne permet en effet à Eutelsat de renforcer son offre de service en bande Ku sur le marché des communications régionales en Afrique, ainsi que sur les liaisons entre l'Afrique et l'Europe. Cette capacité concerne plus spécifiquement les marchés des réseaux d'entreprise VSAT, de l'interconnexion des têtes de réseaux GSM, des liaisons de contribution et de distribution de contenus vidéo ainsi que des services haut débit d'accès à l'Internet rapide et de voix sur IP.

Au total, avec W3A, Eutelsat consolidera sa position auprès de clients importants utilisant déjà les services de W3, tels que l'Union européenne de radiodiffusion, le bouquet de télévision numérique Digiturk (qui réunit en Turquie plus de 700000 abonnés), et des références dans le domaine des réseaux d'entreprise parmi lesquelles Reuters, Hughes Network System, ou encore Volkswagen. La position 7 degrés Est héberge également le service OPENSKY d'accès à l'Internet en mode unidirectionnel pour le grand public.

58 répéteurs, dont 50 peuvent être opérés simultanément, constituent la totalité de la charge utile de W3A et remplissent donc quatre missions distinctes :

- la fourniture de capacité en bande Ku sur l'Europe, la Turquie, l'Afrique du Nord et le Moyen-Orient à travers 35 répéteurs qui assurent la continuité de l'ensemble des services opérés par le satellite W3. Cette capacité peut être associée au système de multiplexage embarqué Skyplex permettant à des porteuses montées individuellement d'être intégrées, à bord du satellite, dans un multiplex de diffusion. En plus du faisceau super puissant centré sur l'est de l'Europe du sud, la Turquie et jusque sur l'Ethiopie et la Somalie.
- la mise à disposition de capacité additionnelle en bande Ku sur un nombre potentiel de 12 répéteurs pour des services haut débit en Europe, avec possibilité d'accès au système de multiplexage embarqué Skyplex.
- l'ouverture d'une offre bidirectionnelle qui associe une voie aller, de l'Europe vers l'Afrique, sur 6 répéteurs et une voie retour, de l'Afrique vers l'Europe, sur 2 répéteurs. Les communications en Afrique sont en bande Ku et les communications en Europe sont en bande Ka, la commutation des fréquences étant réalisée dans le satellite. Cette offre est particulièrement dédiée à des liaisons entre des hubs situés en Europe et des terminaux situés en Afrique.

Elle cible notamment les marchés de la connexion à l'Internet, l'interconnexion de réseaux WAN/LAN, la voix sur IP, et les services de télé-enseignement et de vidéoconférence pour les entreprises, les organismes gouvernementaux et les organisations humanitaires présentes en Afrique.

-la mise à disposition de 3 répéteurs potentiels en bande Ku dédiés au marché des communications régionales en Afrique Sub-saharienne, avec possibilité d'accès au système Skyplex.

Malgré toutes ces performances le satellite W3A présente quelques limites. C'est pourquoi la société Eutelsat prévoit des nouvelles innovations et des nouveaux lancements des satellites en orbite pour corriger les failles. C'est le cas de W2A, W2M, hotbird 9, W3B, ka-sat...

## Chapitre 3 : Eutelsat innovation et futurs lancements

### 1- une collaboration de puissance

Pour ne pas être en marche du progrès, et face à des avancées technologiques significatives dans le domaine de la transmission des données par satellite et faisceaux hertziens au Canada, en Corée et aux États-Unis, le CNES (Centre National d'Études Spatiales), Orange France, Alcatel, Eutelsat et SES Astra ont donc décidé de travailler ensemble pour la mise en place d'un projet intitulé « Télévision Mobile sans limite ».

C'est un nouveau concept pour la diffusion de la télévision sur mobile en bande S associant un satellite et des répéteurs au sol.

Dores et déjà le lancement de cette association, des expérimentations sont en cours c'est le cas à Toulouse et dans la région du Midi-Pyrénées pour ne citer que ceux-là.

Les rôles de chacun ont été définis de sorte que, Alcatel pilote les opérations en se chargeant de tout ce qui a trait au traitement du signal, Orange se chargera de tout ce qui est matériel au sol (sites, antennes, et autres équipements terrestres), Eutelsat et SES Astra fourniront qu'en eux la capacité satellitaire totale et suffisante pour les expérimentations. Toutes ces manœuvres seront bien sûr coordonnées par le CNES.

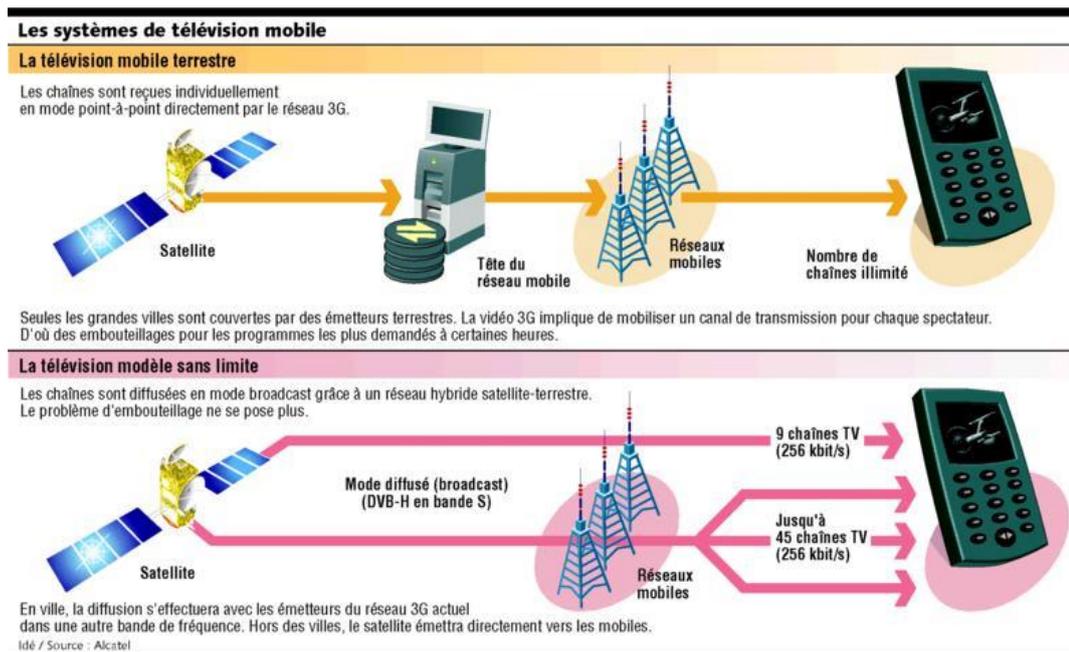


Figure 3.1 illustration de la télévision mobile sans limite

## **2 -la télévision mobile par satellite**

### **2.1 -Définition**

La télévision mobile par satellite est une nouvelle technologie qui ne cesse de s'améliorer depuis son apparition. Elle consiste à diffuser des programmes télévisés sur des équipements mobiles en tout lieu où ils se trouvent. Mais cette technologie pour mieux s'implanter dans notre monde d'aujourd'hui devrait résoudre un certain nombre de points essentiels à savoir

- le mouvement : un récepteur en déplacement reçoit un signal en moyenne plus altéré qu'un récepteur fixe ; la numérisation, associée à un codage robuste, permet de corriger instantanément bon nombre de ces défauts ;

- la couverture : la mobilité devant se priver du confort d'une grande antenne en espace dégagé, elle exige par conséquent une couverture beaucoup plus dense que la télévision fixe, efficace à hauteur d'homme et partout où l'on peut s'attendre à recevoir des images ; la numérisation et les nouveaux protocoles procurent justement une bien meilleure couverture en utilisant moins de puissance et de spectre ;

- l'autonomie : un appareil de poche doit pouvoir décoder un signal et afficher une image pendant de longues durées, sans le secours d'une prise électrique ; là aussi, les progrès réalisés dans les protocoles de diffusion permettent d'économiser sensiblement l'énergie des batteries et donc d'autoriser l'usage de récepteurs miniatures sans fil.

En outre, l'apparition de nouveaux formats d'encodage ouvre de meilleures perspectives économiques. En particulier, le protocole MPEG-4 AVC (appelé simplement par le commun du mortel « MPEG-4 »), permet de diffuser une image de taille réduite avec seulement quelques centaines de kilobits par seconde. Il devient ainsi réaliste de diffuser plusieurs programmes sur un multiplexage mobile, ce qui améliore considérablement le coût de diffusion par chaîne.

### **2.2 -Diffusion par voie satellitaire**

Au prix d'un investissement initial élevé, la diffusion par voie satellitaire propose d'emblée un service sur 100% des zones découvertes, grâce à un satellite géostationnaire de diffusion directe de forte puissance. Par contre, servir les espaces

couverts supposera d'installer des répéteurs terrestres complémentaires en nombre suffisant.

## **2.2.1 -Le S-DMB coréen**

### **2.2.1.1- le déploiement du S-DMB par TU Media en Corée et Japon**

Le 12 mars 2004, TU Media, filiale de SK Telecom à 30 % et du consortium japonais Mobile Broadcasting Corp.(10%) dont Toshiba est l'un des principaux actionnaires, a lancé avec succès le satellite géostationnaire MB Sat, dont la mission est de permettre la diffusion de services multimédia (audio, vidéo, données) en Corée et au Japon en utilisant un standard propriétaire enregistré à l'Union internationale des télécommunications (UIT), et popularisé sous l'acronyme S-DMB (Satellite Digital Multimédia Broadcasting).

Le S-DMB développé en Corée et au Japon est dérivé de la technologie à étalement de spectre CDMA, utilisant la bande de fréquence Ku (12,214 – 12,239 GHz) pour le flux montant et la bande S (2,630 -2,655 GHz) pour le flux descendant vers le mobile.

S'appuyant sur une architecture hybride, le système se compose d'un satellite (MB Sat) et d'un réseau de récepteurs terrestres. Ce réseau terrestre, nécessitant plusieurs milliers de relais, permet de servir les zones d'ombre du satellite (immeubles, tunnels, galeries commerciales) en zone urbaine. TU Media a ainsi installé en Corée un réseau terrestre de 5000 répéteurs, 2000 autres devant être installés au cours de cette année. Le coût de cette infrastructure est estimé à 170 millions d'euros.

L'utilisation d'une modulation de type CDMA permet, comme l'OFDM, de déployer des configurations iso fréquences, ou satellite et répéteurs terrestres peuvent émettre le signal S-DMB sur la même fréquence avec des niveaux négligeables d'interférences. La figure 5 en reprend le schéma de principe. Offrant des débits élevés (7 Mbit/s), cette technologie autorise une réception en situation de mobilité rapide (150 Km/h).

Le 20 octobre 2004, Mobile Broadcasting Corp (MBCO) a lancé au Japon ses services de télévision numérique mobile, sous l'appellation commerciale MobaHO! Ces derniers sont pour l'instant reçus sur des terminaux spécifiques non encore interactifs (terminaux embarqués portatifs sans voie de retour, par exemple), ce qui différencie l'expérience japonaise de la coréenne.

Enfin, le 10 janvier 2005, quelques mois après l'attribution d'une licence exclusive d'exploitation, TU Media a ouvert une expérimentation S-DMB en Corée du Sud, inaugurant ainsi les premiers services multimédia mobiles sur téléphone.

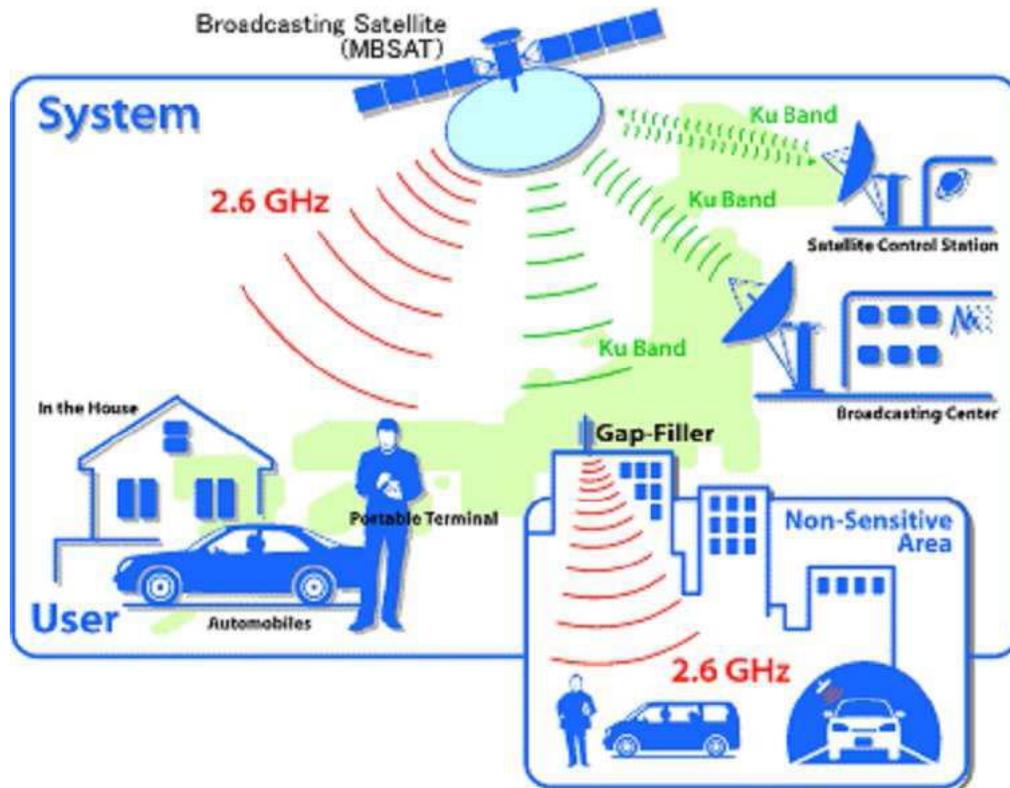


Figure 3.2 Fonctionnement de la technologie S-DMB

### 2.2.1.2 -les perspectives du S-DMB en Corée et ailleurs

La commercialisation des services de S-DMB en Corée a démarré le 1<sup>er</sup> mai 2005. Les services sont payants, l'abonnement mensuel étant d'environ dix euros par mois, après des frais de mise en service de près de quinze euros, pour recevoir un ensemble de 14 chaînes de télévision et 22 radios. Les chaînes premium sont commercialisées autour de quatre euros.

Les prévisions sont très optimistes, puisque TU Media prévoit 1,5 million d'abonnés fin 2006 et 8 millions fin 2010. Le succès du S-DMB en Corée dépendra de nombreux facteurs, mais surtout :

- du prix et de la disponibilité des terminaux : en mai 2005, seuls deux terminaux étaient disponibles sur le marché. De marque Samsung et SK, ils coûtent respectivement 650 euro et 550 euro, soit environ 100 euro plus cher que des

terminaux non DMB à fonctionnalités comparables. Pour l'instant, ces récepteurs téléphoniques S-DMB ne sont pas subventionnés par l'opérateur ;

- de la nature et de la qualité des contenus disponibles : pour accroître l'attrait de l'offre, TU Media a ainsi demandé au régulateur (la KBC) l'autorisation de retransmettre les chaînes hertziennes, ce que ce dernier lui a pour l'instant refusé ;
- du succès des services concurrents, notamment le T-DMB.

### **2.2.2 -Le S-DMB européen**

Une technologie proche du S-DMB coréen est expérimentée aujourd'hui en Europe. Similaire dans son architecture hybride satellite et répéteurs terrestres, le S-DMB européen a été conçu pour tenir compte des contraintes spécifiques du marché européen, de son contexte réglementaire et des ressources spectrales disponibles.

#### **2.2.2.1- Une technologie satellite dérivée de la norme UMTS**

La différence entre les projets coréen et européen découle de celle qui existe entre les deux principales normes retenues pour la téléphonie mobile de troisième génération (famille des normes IMT-2000) : CDMA-2000 (déployer par exemple en Corée), W-CDMA (déployée en Europe, aussi appelée UMTS).

Ainsi, la technologie européenne de S-DMB prévoit-elle d'offrir des services multicast et broadcast aux terminaux UMTS classiques grâce à une diffusion par satellite compatible avec l'interface radio UMTS (W-CDMA), en complément des services offerts par les réseaux UMTS terrestres.

La ressource spectrale visée est située dans la « bande cœur » satellite IMT-2000 via UMTS (1980-2010 Mhz et 2170-2200 Mhz). Ces bandes, également appelées << MSS 2 GHZ >> (Mobile Satellite Services), sont appairées et adjacentes aux bandes de l'UMTS terrestre, donc facilement intégrables dans le plan de fréquences d'un terminal UMTS. Le déploiement du S-DMB aurait recours à une ressource de 2 \* 15 MHZ. Néanmoins, il n'est pas certain que le S-DMB prévoit d'utiliser le lien montant : le terminal hybride S-DMB UMTS est en effet bi bande et l'interactivité serait plus avantageusement assurée par le réseau UMTS terrestre.

Le S-DMB, dans sa version européenne, vise à favoriser le décollage du marché des services 3G en Europe en offrant aux opérateurs mobiles une ressource complémentaire et une couverture nationale pour déployer des services de télévision mobile et de vidéo, inter opérables avec leurs réseaux 2G ou 3G. IL s'appuie sur la

spécification des services MBMS au sein du groupe 3GPP. Il n'introduit que des mécanismes d'optimisation du fonctionnement point à multipoints (broadcast multicast) des systèmes UMTS, ce qui permet d'envisager l'implémentation à coût réduit de la fonction de réception S-DMB dans un terminal UMTS.

### 2.2.2.2 -des expérimentations menées dans le cadre de projets européens

Le S-DMB européen fait l'objet d'expérimentations, pilotées notamment par Alcatel Space, et menées dans le cadre des projets suivants :

-Satin 5<sup>e</sup>, lancé en 2001, terminé en mars 2003, a travaillé sur le monde de diffusion de paquets IP en UMTS par satellite ;

-MoDIS 6<sup>e</sup>, lancé en avril 2002, et terminé en octobre 2004, a permis de réaliser un démonstrateur S-DMB à Monaco ;

-Maestro 7<sup>e</sup>, lancé en janvier 2004, et toujours en cours, continue d'optimiser les spécifications techniques du S-DMB, mais se penche désormais en outre sur les questions des usages et du modèle économique de la télévision mobile.

Outre Alcatel Space, EADS Astrium étudie également le S-DMB.

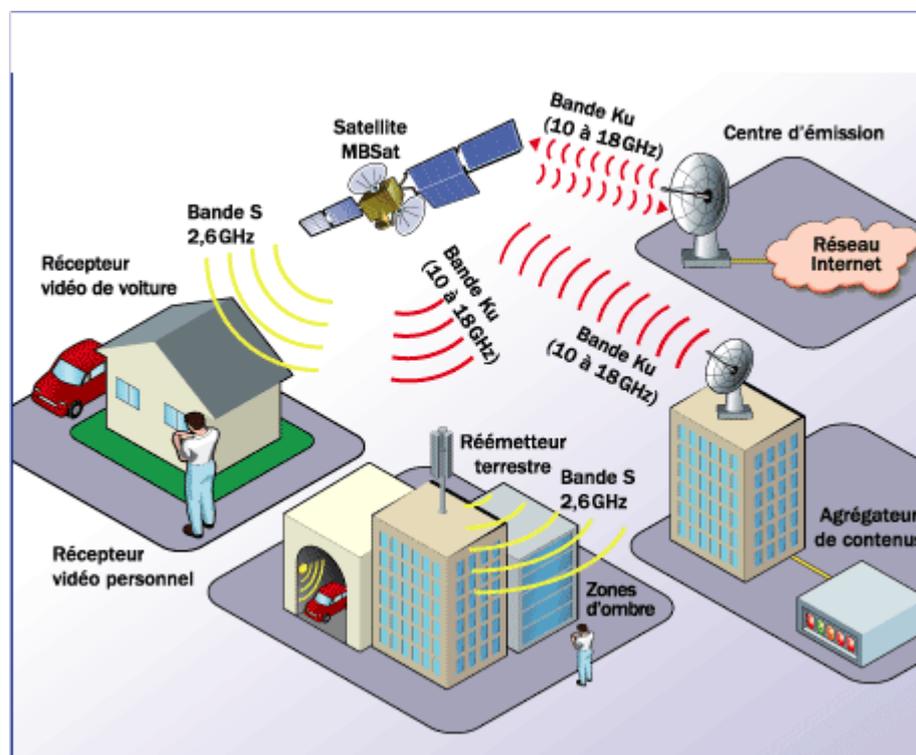


Figure 3.3 principe de fonctionnement du système S-DMB européen

L'utilisation de technologies spatiales avancées (grandes antennes déployables, plateforme de forte puissance) permettrait à un premier satellite S-DMB de fournir des services distincts sur quatre ou cinq grands pays européens, avec une capacité moyenne de 1 Mbit/s par pays (soit au plus huit programmes) et une réception immédiate du satellite dans les zones rurales et sub-urbaines. La réception en zone urbaine nécessiterait le déploiement de ré-amplificateurs du signal satellite, de faible puissance et facilement intégrables sur les sites des stations de réseaux cellulaires 3G.

Un opérateur satellite a donné un ordre de grandeur des investissements qu'il faudrait réaliser pour déployer le S-DMB en Europe. Pour le satellite, un coût de 350 millions d'euros est envisagé, qui serait pris en charge par l'opérateur, et qu'il faudrait nécessairement amortir sur tout le continent européen. Pour le réseau de réémetteurs, du fait de la grande simplicité du dispositif d'amplification et réémission et de l'existence de sites 3G, un surcoût de 5000 euros serait nécessaire par station de base. L'équipement de 10 000 stations nécessiterait donc un investissement d'environ 50 millions d'euros.

## **2.3 -Fréquences satellitaire**

### **2.3.1- Les fréquences de l'UMTS/IMT-2000 par satellite**

Les fréquences qui pourraient être utilisées par les services de télévision mobile par satellite sont tout d'abord celles de la composante satellitaire de l'UMTS. Ainsi, la conférence mondiale des radiocommunications (CMR) de 1992, a-t-elle identifié et harmonisé au niveau mondiale les premières bandes de fréquences pour les services mobiles de troisième génération (IMT-2000 dont l'UMTS fait partie), dites « bandes cœur ». Elle a réservé les bandes 1980- 2010 MHz et 2170-2200 MHz, soit deux bandes de 30 MHz (une bande pour la liaison montante, une autre pour la liaison descendante), pour des services mobiles par satellite (conformément à la terminologie du RR, ces bandes sont notées « MSS » pour Mobile Satellite Services). Néanmoins, l'utilisation des bandes MSS pour des services de télévision par satellite se heurte, aujourd'hui, à plusieurs difficultés.

Tout d'abord, en termes de disponibilité, la moitié de ces fréquences est réservée au système de communication par satellite ICO, ce qui ne laisse que deux bandes de 15

MHZ disponibles. A noter toutefois, que le projet ICO n'est pas opérationnel et que les fréquences correspondantes restent inutilisées à ce jour. Ce projet perdra ses droits si aucun satellite n'a été lancé à la fin d'année 2006.

Par ailleurs, au niveau mondial, ces bandes de fréquences sont attribuées par le RR, à égalité de droit aux services fixe, mobile et mobile par satellite. Il serait donc préférable de les ouvrir aussi au service de radiodiffusion par satellite et de terminer le statut réglementaire des répéteurs terrestres.

L'affectation éventuelle de ces bandes de fréquences au service de radiodiffusion par satellite pourrait être discutée dans le cadre des prochains CMR. Le statut réglementaire des répéteurs, fait quant à lui, l'objet d'une réflexion de la Conférence européenne des postes et télécommunications (CEPT) dans le cadre du groupe de travail « JPT 2 GHZ MSS ». Un des enjeux est que le signal émis par la composante complémentaire terrestre reste un signal compagnon de celui émis par le satellite, ou en d'autres termes, que l'utilisation de cette bande de fréquences reste satellitaire.

Au niveau national, ces bandes sont aujourd'hui partagées entre l'Autorité de Régulation des Télécommunications (ART) et le Ministre de la Défense pour les services mobile et mobile par satellite. Il est prévu qu'elles soient libérées d'ici fin 2005, date à laquelle la plupart des utilisations militaires cesseront.

### **2.3.2 -Les fréquences du S-DMB coréen**

La technologie S-DM adaptée en Corée et au Japon présente un handicap majeur pour se déployer en dehors de son marché actuel : les bandes BSS à 2,6 GHz ne sont en effet pas disponibles pour des systèmes satellitaires en Europe et aux Etats-Unis, et la Chine est en passe de les réallouer définitivement au terrestre. De plus, le signal S-DMB coréen nécessite l'utilisation d'une porteuse de largeur spectrale de 25 MHz, incompatible avec les fréquences actuellement disponibles en Europe.

A plus long terme, l'utilisation de la partie satellitaire des bandes d'extension de l'UMTS (2500 – 2520 / 2670 – 2690 MHz) pourrait également être étudiée comme ressource supplémentaire pour des services S-DMB.

### **2-3-3- les fréquences du DAB par satellite**

Pour l'Europe, la CEPT a adopté, en octobre 2003, une décision permettant l'usage d'une partie de la bande L, de 1479,5 à 1492 MHz, pour la radiodiffusion par satellite.

## **2.4 -Les terminaux**

### **2.4.1- Les différents récepteurs**

Les services de télévision mobile peuvent être reçus sur plusieurs types d'appareils correspondant à des formats d'image différents :

- des téléphones mobiles intégrant un écran vidéo (de taille réduite, de l'ordre de cinq à sept centimètres de diagonale).

- des écrans un peu plus grands, mais qui se transportent partout facilement ; ces terminaux se présente sous diverses formes : agendas électroniques, terminaux multimédia (de type Pocket Video Recorder d'Archos par exemple).

- des récepteurs de télévision nomades disposant d'un écran encore plus grand (jusqu'à une vingtaine de centimètre), embarqués dans des véhicules ou utilisables à la maison en complément de la télévision familiale de salon.

Les besoins pour ces différents types de terminaux restent aujourd'hui mal cernés. Il existe, sur ce point, une grande divergence d'appréciation entre les différents acteurs : les opérateurs mobiles se focalisent naturellement sur une réception sur téléphones mobiles alors que les éditeurs insistent sur la nécessité de prendre en compte l'ensemble des possibilités. Ils estiment, en effet, que les usages ne se limiteront pas à de petits écrans.

### **2-4-2- les formats d'images**

Le type de terminaux utilisé conditionnera le format d'image à retenir : plus l'écran est petit, moins la résolution de l'image a besoin d'être importante, donc plus le débit affecté à la chaîne peut être réduit. Au-delà du format d'image, le débit moyen dépendra également du nombre d'images par seconde et du niveau de définition des couleurs. Au-dessus de 14 images par seconde, cadence du cinéma, l'œil ne perçoit pas de saccades ; mais il est généralement admis que ce taux peut être réduit jusqu'à 15 images par seconde tout en permettant une fluidité acceptable. Par ailleurs, en télévision classique, la couleur de chaque pixel est codée sur 24 bits, avant compression. Dans le cas d'écrans de plus petite taille, ce chiffre pourrait être diminué.

### **2.4.3 -Le nombre de chaînes par multiplexe**

De ces formats dépendront les besoins en fréquences et le nombre de chaîne qu'il sera possible de diffuser par multiplexage. Aujourd'hui, certains envisagent de retenir des écrans d'assez grande (de 12 à 18 centimètres), ce qui permettrait dans le

meilleur des cas de diffuser 15 à 20 chaînes de télévision par multiplexe (DVB-H à 8 MHz) ; d'autres n'excluent pas des chaînes à débits différents, certaines étant destinées à être reçues sur tout type de terminal, d'autres étant réservées à la vision sur petits écrans et atteignent ainsi de 50 à 80 chaînes par multiplexe DVB-H.

Au Japon, le débit de diffusion retenu en S-DMB est de 272 kbit/s, décomposés en 192 kbit/s pour la vidéo (MPEG-4 AVC), 48 kbit/s pour le son (MPEG-2) et 32 kbit/s pour les données additionnelles. La résolution est le QVGA, la fréquence est de 15 images par seconde.

Les débits généralement envisagés pour la vidéo vont de 128 à 768 kbit/s, selon la taille des images et la fréquence de diffusion.

#### **2.4.4 -Les études en cours**

Les constructeurs de terminaux étudient les attentes des futurs consommateurs de télévision mobile afin de préciser les caractéristiques ergonomiques et techniques des terminaux de réception.

De nombreuses questions restent en effet posées aujourd'hui : par exemple, le terminal devra-t-il être dédié à la télévision ? ou sera-t-il doté de fonctionnalités plus larges ? Faudra t-il en conséquence décliner toute une gamme de terminaux, chacun présentant une fonctionnalité << prioritaire >> (téléphone, agenda, télévision) ?

Parmi les éléments constitutifs des terminaux nomades, deux d'entre eux font l'objet d'une attention particulière de la part des constructeurs en raison des coûts qu'ils engendrent :

- l'écran**, qui représente aujourd'hui environ le quart du coût total des téléphones mobiles évolués. Les choix qui seront faits, par exemple en termes de taille, de qualité ou de luminosité, auront en effet un fort impact sur le prix du terminal. Une autre question est de savoir si cet écran devra systématiquement intégrer au terminal ou s'il peut être proposé en complément, venant alors se connecter sur ce dernier. Les options retenues seront évidemment fonction du mode d'utilisation du consommateur et des lieux où les images seront regardées (à la maison, dans la rue, le bus, le métro, la plage, etc.) ;

- les capacités de stockage dépendent des modes de consommation qui pourront se développer : visionnage en direct, c'est-à-dire au moment de la diffusion, ou en différé, les programmes étant alors conservés en mémoire sur le terminal. Tout

comme l'écran, la mémoire est un des éléments les plus coûteux d'un terminal puisque représentant jusqu'au quart du coût global de l'appareil : elle doit être judicieusement dimensionnée afin d'éviter de renchérir à l'excès les prix des terminaux. Différentes solutions sont envisageables. Aussi, la mémoire embarquée dans le terminal pourrait-elle demeurer limitée afin de permettre des tarifs d'entrée de gamme abordables pour le grand public, et être complétée par des capacités de stockage additionnelles au gré des besoins des utilisateurs, que ce soit via des cartes amovibles (comme il en existe aujourd'hui pour les appareils photos ou les agendas électroniques et plus récemment pour les téléphones mobiles) ou par disques durs, désormais disponibles en très petite taille (à l'image de ceux qui apparaissent dans les baladeurs de musique codée en MP3 et sur certains téléphones mobiles).

Deux autres préoccupations figurent parmi les priorités des constructeurs :

- les batteries, car la question de l'autonomie du terminal est cruciale pour tous les services nomades. Les terminaux doivent en effet offrir une autonomie suffisante pour ne pas brider la consommation journalière. Les équipementiers étudient en outre la possibilité de segmenter les capacités des batteries suivant les usages, de façon à ce que la consommation requise pour les services de télévision n'empêche pas toute utilisation ultérieure du terminal pour la téléphonie ;

- **les antennes**, dont l'intégration dans des terminaux de taille modeste nécessitent toujours une attention particulière. En particulier, elles doivent présenter une qualité permettant d'éviter les interférences entre services fonctionnant dans des fréquences différentes. Ce point est d'autant plus délicat que la présence minimale d'au moins trois antennes peut d'ores et déjà être anticipée : une pour la téléphonie de troisième génération (UMTS), une autre pour la réception de la télévision et enfin une troisième permettant la transmission locale de données vers l'ensemble des terminaux constituant l'environnement de travail de l'utilisateur (aux normes Bluetooth ou Wi-fi par exemple).

#### **2.4.5- les récepteurs de voiture**

Les récepteurs destinés à être embarqués dans un véhicule répondent à une autre logique. En effet, les questions d'autonomie et de capacité de stockage sont moins cruciales dans ce cas. Les équipements concernés sont ici aussi les grands acteurs de l'électronique grand public, déjà positionnés sur le marché des « produits bruns ».

La télévision en voiture est souvent citée, ce qui peut laisser penser que ce débouché sera important à terme. Néanmoins, au cours des auditions, la taille du marché que pourrait représenter ce type de récepteurs et la rapidité de son développement sont apparus bien moindres que ceux que l'on peut présenter pour les terminaux portatifs. Ainsi, le parc de téléphones mobiles en France est il aujourd'hui de plus de 50 millions de terminaux, avec un renouvellement moyen tous les 16 à 18 mois ; face à ce marché considérable, le nombre de véhicules neufs achetés chaque année en France est de l'ordre de 2 millions d'unités, avec un cycle de vie d'une dizaine d'années pour chaque véhicule.

Par ailleurs, les récepteurs embarqués, libérés des contraintes d'autonomie, peuvent exploiter la modulation DVB-T. Dans ces conditions, la recherche d'une réception en automobile peut être recherchée, du moins en partie, par une amélioration de la couverture des multiplexes TNT classiques.

Néanmoins, les constructeurs ont souligné les coûts de développement relativement élevés liés à la complexité d'intégration des récepteurs qui fonctionneraient avec cette norme : ceux-ci nécessitent en général plusieurs antennes, intégrées au vitrage des véhicules de façons discrètes, pour conserver l'esthétique de la voiture. L'intégration de ces antennes « sérigraphies » requiert une étude spécifique pour chaque modèle ainsi qu'une chaîne d'amplification associée complexe. Il existera donc un surcoût sensible, sauf à intégrer cet équipement dans un ensemble d'options de fait de gamme.

Il semblerait, qu'en comparaison, la norme DVB-H simplifie cette chaîne de réception. Les prototypes des récepteurs embarqués à la norme DVB-H pourraient apparaître dès l'année 2007. L'intégration, dite en « première monte », qui consiste à installer l'équipement lors du processus de production du véhicule, ne semble pas être envisagée, quant à elle, avant l'année 2008, en raison des délais de développement d'un nouveau véhicule qui sont de l'ordre de 36 mois.

## **2.5 -Mécanismes de protection du contenu**

La protection de l'accès aux chaînes de télévision payante doit être assurée. A cet effet, diverses solutions pourraient être mises en œuvre :

- un système de sécurisation classique, du type accès conditionnel, qui n'utilise pas de voie de retour, qui pourrait être transposé non seulement au monde de la

téléphonie mobile, mais aussi aux récepteurs embarqués dans les véhicules, puisque ce système est indépendant des réseaux de télécommunications ;

-la carte SIM du téléphone qui utiliserait les réseaux de téléphonie mobile pour garantir l'identité de l'abonné et vérifier sa solvabilité. Cette solution permettrait une grande diversité de modes de tarification, mais elle pourrait ne pas être appliquée aux récepteurs sans voie de retour.

Par ailleurs, quelle que soit la technologie retenue, la diffusion de chaînes de télévision en mobilité se fera sous format numérique. Les risques de piratage existent donc. Actuellement les contenus audiovisuels mis à disposition via les réseaux de troisième génération sont en général protégés par des systèmes de gestion numérique des droits (DRM), et sont transmis en << streaming >> ou téléchargés sur le terminal au sein d'une zone de stockage sécurisée sans risque de copie illicite.

### **3-les futurs lancements**

#### **HOT BIRD 9**

Le satellite de télédiffusion HOT BIRD 9 sera lancé en 2008 et rejoindra en orbite le audiovisuel du groupe à 13 degrés Est. Le satellite sera livré à Eutelsat pour un lancement au troisième trimestre 2008.

Conçu pour couvrir toutes les fréquences des 102 répéteurs en bande Ku à la position 13 degrés Est, sa charge utile lui permettra de se substituer à n'importe lequel des répéteurs des autres satellites HOT BIRD. Son faisceau large et sa puissance d'émission permettront aux foyers TV de recevoir des chaînes numériques et haute définition ainsi que des services interactifs, transmis directement sur de petites antennes individuelles ou collectives ou aux têtes de réseaux câblés. Le satellite émettra dans une vaste zone de couverture incluant l'Europe, l'Afrique du Nord et le Moyen-Orient.

#### **W2M**

W2M est conçu pour exploiter 26 répéteurs actifs en bande Ku, capacité qui peut être portée jusqu'à 32 répéteurs en fonction des modes d'exploitation. Le lancement du satellite est prévu en 2008, et il a pour objectif d'augmenter la sécurisation des clients présents à la position orbitale de 16 degrés Est.

W2M, comme tous les autres satellites de la série W d'Eutelsat, se caractérise par une grande flexibilité qui lui permet de fournir une large gamme de services, depuis la diffusion de programmes de télévision, l'alimentation de réseaux de données, jusqu'à l'accès au haut débit.

En plus de la couverture du faisceau fixe englobant l'Europe, l'Afrique du Nord et le Moyen-Orient, il sera doté d'un faisceau orientable qui, selon les besoins du marché, pourra être réorienté en orbite notamment vers l'Afrique et l'Asie centrale, renforçant ainsi le niveau de réactivité commerciale D'Eutelsat.

## **W2A**

Ce satellite à grande puissance, dont le lancement est prévu au premier trimestre 2009, augmentera la capacité en bande Ku d'Eutelsat pour des services audiovisuels, de haut débit et de télécommunications, en Europe en Afrique et au Moyen-Orient, et renforcera nos ressources en bande C en couverture de l'Afrique. Une charge utile en bande S, qui fait appel aux techniques les récentes permettre, pour la première fois, la diffusion vers les mobiles de services multimédias directement reçus sur les terminaux des utilisateurs sur les grands marchés d'Europe occidentale.

La charge utile en bande Ku est connectée à un faisceau large fixe, en couverture de l'Europe, de l'Afrique du Nord et du Moyen-Orient. Pour des services de réseaux d'entreprise et de diffusion. Un second faisceau fixe couvrira l'Afrique australe et les îles de l'océan Indien. En bande C, une couverture panafricaine fournira de la capacité pour la distribution de services haut débit et de télécommunications.

La charge utile en bande S à 2,2 GHz serait l'amorce de la mise en place sur l'Europe d'une infrastructure hybride combinant réseaux satellitaires et réseaux terrestres, afin d'assurer aux services de télévision mobile une couverture universelle en même temps qu'une réception à l'intérieur des bâtiments. Le satellite W2A servira également à établir des communications directes par satellite, notamment pour les communications de sécurité ou de gestion de crise.

## **HOT BIRD 10**

Le satellite de télédiffusion HOT BIRD 10 fait suite aux programmes des satellites HOT BIRD 8 et 9, et sera le troisième grand satellite de forte puissance construit sur une plate-forme Eurostar E3000 d'Astrium à rejoindre la position HOT BIRD

d'Eutelsat dédiée à la diffusion directe de programmes de télévision et à l'alimentation des réseaux câbles.

Prévu pour un lancement au premier trimestre 2009, ce nouveau satellite viendra rejoindre la position orbitale 13 degrés Est.

### **W7**

Avec un lancement prévu au deuxième trimestre de 2009, W7 comprendra jusqu'à 74 canaux opérationnels en bande Ku, utilisant la totalité du spectre des fréquences disponibles dans cette bande. Une couverture par faisceau large sur l'Eurasie sera particulièrement adaptée aux transmissions de télévision, à la téléphonie publique d'entreprise et aux services de données, tandis que le faisceau couvrant l'Asie centrale sera plus particulièrement destiné au secteur pétrolier et gazier pour assurer des services voix et données basés sur des applications DVB-RCS avec des antennes de 90 sur 120 cm.

### **W3B**

W3B sera basé sur la plate-forme 4000 de Thalès Alenia Space. Programmé pour un lancement au deuxième trimestre 2010, le nouveau satellite rejoindra le satellite W3A à 7° Est, l'une des positions les établies et les plus stratégiques du Groupe qui dessert les marchés d'Europe, d'Afrique, du moyen Orient et d'Asie centrale. Les 56 répéteurs de W3A permettront à Eutelsat d'offrir à ses clients une sécurité en orbite considérablement renforcée et d'augmenter de plus de 50 % sa capacité à 7° Est. Le satellite aura trois missions principales, à savoir assurer une couverture de forte puissance optimisée pour la diffusion de programmes de télévision en réception directe au-dessus de l'Europe centrale et en particulier la Turquie, une large couverture de l'Europe, de l'Afrique du Nord, du Moyen-orient et de l'Asie centrale pour servir les marchés des réseaux vidéo et de données professionnels, et enfin une couverture de l'Afrique subsaharienne et des îles de l'océan Indien en bande Ku pour des services de télécommunications et des îles de l'océan Indien en bande Ku pour des services de télécommunications et des liaisons haut débit. Des liaisons bidirectionnelles entre l'Europe et l'Afrique seront également possibles, sur 16 répéteurs maximums, en associant des fréquences en bande Ka cote Europe et bande Ku cote Afrique, commutées par le satellite. Cette architecture est spécialement

conçue pour les réseaux constitués de stations centrales situées en Europe et de terminaux d'utilisateurs en Afrique.

### **KA-SAT**

Il sera construit autour de la plate-forme Eurostar E3000 d'Astrium, KA-SAT aura une masse au lancement de 5,8 tonnes et une charge utile consommant une puissance de onze KW, alimentée par des panneaux solaires délivrant une puissance de 15 KW. Il sera équipé de plus de 80 faisceaux étroits, ce qui en fait le satellite multifaisceaux le plus avancé jamais conçu à ce jour dans le monde. Sa durée de vie est estimée à 15 ans.

KA-SAT, qui doit être lancé au troisième trimestre 2010. Ce satellite constituera la pierre angulaire d'un nouveau programme d'infrastructure satellitaire majeure qui étendra considérablement les ressources et l'accessibilité des services à haut débit pour un grand public dans toute l'Europe et le bassin méditerranéen, tout en offrant de nouvelles opportunités pour les marchés de la télévision locale et régionale. La bande Ku d'accéder par ailleurs à de nouveaux contenus multimédias en bande Ka avec une seule et même antenne double fréquence.

Grâce à KA-SAT, les FAI et les opérateurs pourront proposer aux habitants des "zones blanches" d'Europe et du Moyen-Orient une offre triple-play d'accès Internet haut débit bi-directionnel et la télévision haute définition (HD) à des tarifs comparables à ceux dont bénéficient aujourd'hui les populations citadines accédant à l'ADSL.

Eutelsat affirme être allé puiser son inspiration aux Etats-Unis et au Canada, en étudiant le déploiement de satellites multifaisceaux de première génération opéré par les groupes Wildblue et Télésat. Depuis 2005, ces deux acteurs, qui souhaitaient initialement s'implanter dans les régions mal desservies d'Amérique du Nord, ont réussi à convaincre 300 000 foyers de s'abonner à leur offre, intégrant à la fois de l'accès Internet haut débit. De la TV HD et de la télévision locale.

A en croire Eutelsat, KA-SAT sera « le satellite multifaisceaux le plus avancé au monde » avec comme résultat un débit total annoncé au-delà des 70 gigabits par seconde. De quoi « augmenter bien au-delà d'un million le nombre de foyers pouvant être desservis à des vitesses comparables à l'ADSL ».

Eutelsat évalue à 15 millions le nombre de foyers qui, dans sa sphère d'activité, notamment en Europe, sont aujourd'hui exclus de l'accès Internet. L'entreprise souhaite séduire à terme entre 700 000 et 800 000 nouveaux clients.

Le satellite KA-SAT sera l'équivalent européen du satellite ViaSat-1, un satellite de très grande capacité qui doit desservir le marché nord-américain dès 2011.

Eutelsat et ViaSat collaborent de façon étroite sur le système en bande Ka de ViaSat SurfBeam ainsi que sur la mise en place d'un modèle de distribution similaire reposant sur la commercialisation de ces services auprès du grand public via des fournisseurs d'accès Internet, des opérateurs de télécommunications et des opérateurs de plates-formes de TV payante.

Cette collaboration s'inscrit dans une relation de partenariat de longue date entre Eutelsat et ViaSat, qui a permis le développement de nombreux services de haut débit en Europe, au Moyen-Orient et en Afrique pour les entreprises, l'aviation d'affaire, les navires et plus récemment les trains à grande vitesse.

# Conclusion

En somme les satellites de télécommunications sont utilisés pour transmettre des informations, d'un point à un autre de la terre notamment, des communications téléphoniques, de la transmission des données, des programmes télévisés...

Cependant avec l'Eutelsat W3A qui porte une charge utile de cinquante-huit répéteurs dont les cinquante peuvent être opérés simultanés et remplissent au total quatre missions distincts :

La fourniture de la capacité en bande KU sur l'Europe, l'Afrique, et le moyen - orient à travers trente cinq répéteurs qui assurent la continuité de l'ensemble de services opérés par le W3. Cette capacité peut être associée au système de multiplexage embarqué SKYPLEX permettant à des porteuses montées individuellement d'être intégrés, à bord du satellite, dans un multiplex de diffusion ; la mise à disposition de capacités additionnelles en bande KU sur un nombre potentiel de douze répéteurs pour les services hauts débit en Europe avec possibilité d'accès au système de multiplexage embarqué ; l'ouverture d'une offre bidirectionnelle qui associe une voie aller en Europe vers l'Afrique, sur six répéteurs et une voie retour Afrique vers Europe, sur deux répéteurs. Les communications en Afrique sont en bande KU et en Europe en bande KA, la commutation des fréquences étant réalisées dans le satellite. Cette offre est dédiée à des liaisons entre hub en Europe et des terminaux en Afrique. Elle cible notamment les marchés de la connexion internet, de l'interconnexion des réseaux WAN/LAN, la voie sur IP, la vidéo conférence pour les entreprises, les organismes gouvernementales et humanitaires présentes en Afrique ; et la mise à disposition de trois répéteurs potentiels en bande KU dédiée au marché de communication régionale en Afrique sub-saharienne, avec la possibilité au système SKYPLEX.

Malgré tous ces progrès effectués en Afrique jusqu'à nos jours, l'Afrique n'est pas encore réveillée sur ce domaine car la mise en œuvre de ces genres d'infrastructures demandent non seulement des capacités intellectuelles mais aussi des fonds.