

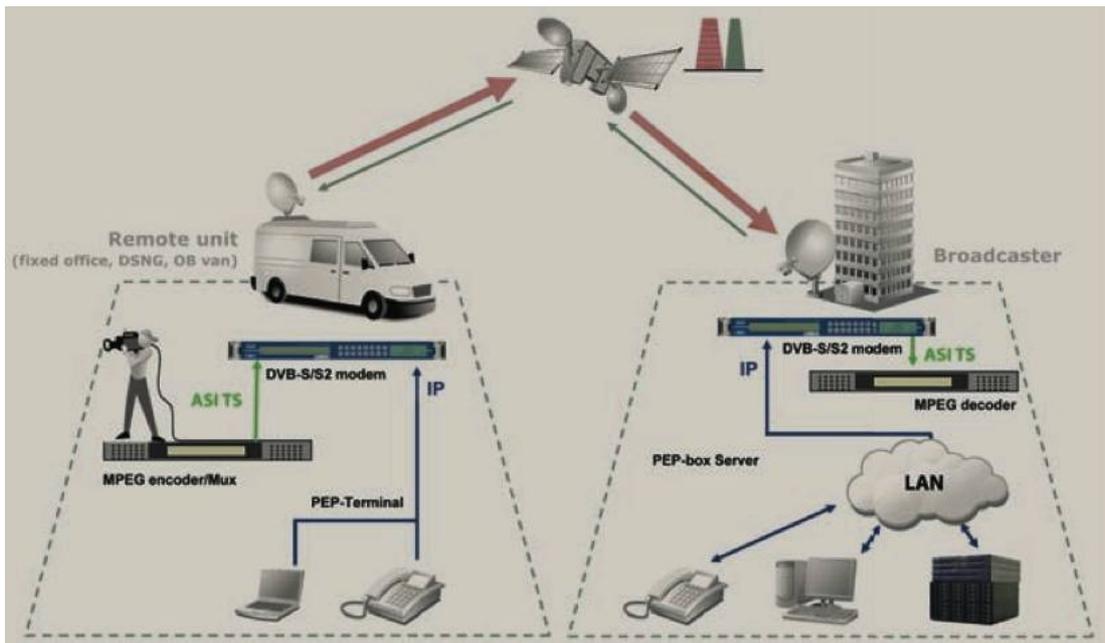
TRANSMISSION SATELLITE

Clément Follet
Nov. 2012

1. Introduction

1.1 Principe d'une liaison satellite pour transmission de flux audiovisuel

Lors d'un tournage, on a besoin de transmettre le signal PGM sortant du mélangeur à la régie finale. Pour se faire le car SNG (Satellite News Gathering) est équipé de divers équipements dont une antenne émettrice qui va envoyer le flux encodé en MPEG sous la norme DVB-S2 (S comme Satellite version 2) vers un des transpondeurs d'un satellite en orbite géostationnaire. Ce satellite va ensuite renvoyer le flux vers un organisme chargé de collecter les signaux (Globecast en France) pour les dispatcher vers les régies finales des chaînes. Les chaînes ajouteront ce programme à leur flux continu qui lui sera envoyé vers des satellites de diffusion grand public, comme Astra par exemple.



1.2 Les sociétés de télécommunication et leurs satellites

Sociétés :

Les satellites utilisés pour la transmission de flux audiovisuels font parti de la catégories des satellites de télécommunications. Ces satellites de télécommunications sont utilisés pour transmettre des informations d'un point à l'autre de la Terre, notamment les télécommunications téléphoniques et les programmes télévisés.

Les principales flottes de satellites de télécommunications, couvrant chacune aujourd'hui tous les pays du monde, sont celles:

- d'Intelsat, basé à Washington, 53 satellites, 25 % du marché ;
- de la SES (Société Européenne des Satellites), basé au Luxembourg, 55 satellites (Astra 1,2 etc.), 22 % du marché ;
- d'Eutelsat, basé à Paris, 29 satellites (anciennement Hot Bird, Atlantic Bird 3, W1,2,3 etc.), 12 % du marché ;
- Asiasat, basé à Hong Kong, couvrant les pays asiatiques, 6 satellites ;
- d'Arabsat couvrant depuis les années 1980 l'ensemble des pays de la Ligue arabe, 4 satellites ;
- d'Inmarsat, à l'origine international, pour les communications maritimes.

- Tous les pays cherchent à avoir leur propre satellites (sur le site **lyngsat.com**, on peut voir d'autres nom comme Thaïsat, Chinasat, Koreasat, etc.)

Positionnement des satellites :

Ces satellites se trouvent en orbites géostationnaires, c'est à dire qu'ils sont situés à une altitude de 35 784 km au dessus de l'équateur de la Terre, au dessus des ceintures magnétiques de « van allen » fortes en énergie. Ces satellites peuvent alors couvrir un tiers de la surface de la terre (sauf les pôles).

La position d'un satellite semblant immobile, un équipement de réception, se situant dans sa zone de couverture, muni d'une antenne fixe pointant dans sa direction suffira pour capter ses émissions. De même un équipement de transmission émettant en direction du satellite lui permettra de rediffuser dans la zone qu'il couvre.

Voici le réseau de satellites de Eutelsat par exemple, on y voit la zone que couvre le satellite Eutelsat 10A :

TROUVEZ UN SATELLITE

Choisissez vos satellites selon vos besoins

REGIONS

- Europe
- Russia & CIS
- MENA
- Sub-Saharan Africa
- Indian Ocean Region
- Asia
- Pacific
- Americas

SATELLITES

- TELSTAR 12
- EUTELSAT 12WA
- EUTELSAT 8WC
- EUTELSAT 8WA
- EUTELSAT 7WA
- EUTELSAT 5WA
- EUTELSAT 3D
- EUTELSAT 3A
- EUTELSAT 7A
- EUTELSAT KA-SAT
- EUTELSAT 9A
- EUTELSAT 10A**
- HOT BIRD 13D
- HOT BIRD 13C
- HOT BIRD 13B
- EUTELSAT 16A
- EUTELSAT 16C
- EUTELSAT 16B
- EUTELSAT 21B
- EUTELSAT 25B
- EUTELSAT 28A
- EUTELSAT 33A
- EUTELSAT 36B
- EUTELSAT 36A
- EUTELSAT 48C
- EUTELSAT 48A
- SESAT 2
- EUTELSAT 70B
- EUTELSAT 172A

SERVICES

- BROADCAST & MEDIA
- Video hotspots
- Broadcast services
- DATA & TELECOM
- Carrier networks
- Eutelsat Broadband
- Enterprise broadband
- Mobility
- Consumer broadband

EUTELSAT 10A
10° East

COUVERTURE

- Sub-Saharan Africa
- Indian Ocean Region
- Europe
- MENA

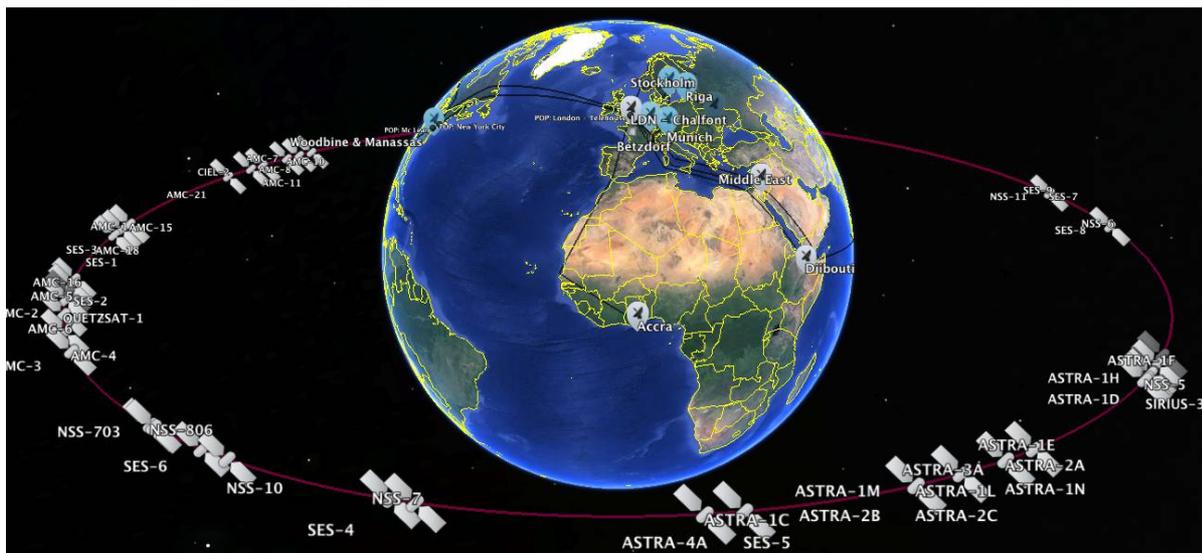
SERVICES OFFERTS

- Enterprise broadband
- Carrier networks
- Broadcast services
- Mobility

PLUS D'INFORMATIONS
EUTELSAT 10A

<http://www.eutelsat.com/fr/satellites/trouvez-un-satellite.html>

Voici le réseau de satellites de SES :



A partir de ces nombreux satellites, on va en utiliser une partie pour transmettre des flux d'un point à un autre (comme par exemple une interview en duplex, ou un reportage monté à l'autre bout du monde envoyé à la chaîne, ou encore une captation de sport ou de spectacle), et on dédit certains satellites pour essentiellement une mission de diffusion grand public.

Ces derniers dits satellites de diffusion directe émettent donc les bouquets de chaînes payants et cryptés ou des programmes radiophoniques qui peuvent être reçues sur une antenne domestique de type parabole.

Par exemple, les diffuseurs français et européens ont retenu principalement les satellites Hot Bird d'Eutelsat et Astra1 de la SES pour diffuser au-dessus de l'Europe leurs chaînes en mode clair, c'est-à-dire pour tous, ou alors en crypté pour les seuls ayants droit (abonnement).

Le service public français a lui retenu le satellite Atlantic Bird (désormais Eutelsat3A) de l'opérateur Eutelsat pour couvrir les zones non desservies en TNT, la TNT par satellite. La chaîne francophone CCTV-F est diffusée sur le satellite PAS-10, à destination de l'Europe et de l'Afrique.

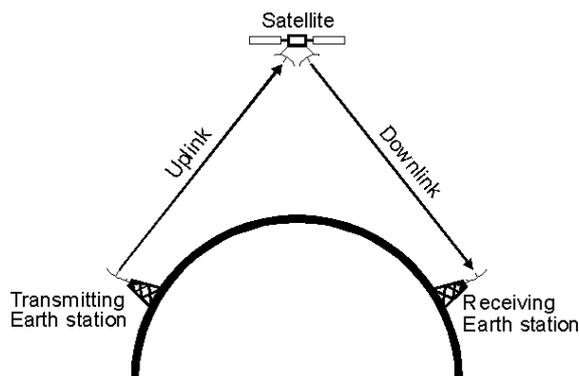
Sur tous ces satellites, des bandes de fréquences et des débits sont donc loués par ces plateformes de diffusion que sont Eutelsat, SES et Intelsat. Certaines sont louées temporairement, d'autres continuellement. Des opérateurs comme Globecast (anciennement le SERTE) peuvent se charger de faire la transmission (envoi à partir de leur flotte SNG et réception au centre, ou seulement la réception) pour rediriger ensuite le flux vers la chaîne, grâce à la fibre ou par satellite, et qui elle même enverra son flux final à la plateforme de diffusion Eutelsat.

Pour donner un chiffre d'idée, le tarif de la location de la bande passante est de 300€/h et est très variable selon la qualité de service. On peut voir des réservations sur ubook.tv.

Globecast est situé lui à Boulogne-Billancourt. 61 rue des Archives à Paris.
Eutelsat est situé Rue Balard à Paris dans le 15ème.



Ces endroits où sont localisées les antennes d'émission et de réception sont appelés Téléports. Ils peuvent permettre aussi de transmettre des flux de satellite en satellite sur longue distance, les satellites ne couvrant chacun qu'une partie du globe. Un téléport à Paris peut faire par exemple le relais d'un flux provenant de Russie envoyé sur un satellite au dessus des pays d'Europe de l'est puis redescendant sur Paris, et renvoyé vers un satellite au dessus de l'atlantique, pour enfin arriver à Washington.



On peut voir ici que SES a des téléports à Betzdorf au Luxembourg, à Riga, à New York...

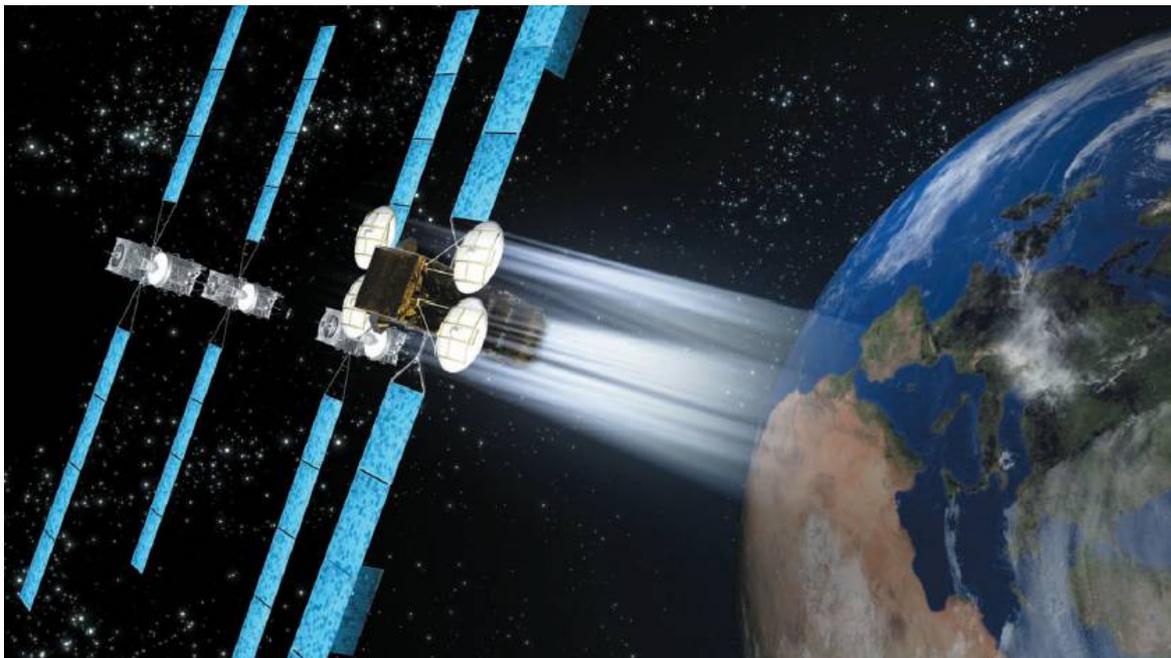


1.3. Le Satellite

Un satellite artificiel est composé d'une **charge utile**, définie spécifiquement pour la mission qu'il doit remplir, et d'une **plate-forme** souvent standardisée assurant les fonctions de support comme la fourniture d'énergie, la propulsion, le contrôle thermique, le maintien de l'orientation et les communications.



Le satellite est suivi par un centre de contrôle au sol, qui envoie des instructions et recueille les données collectées grâce à un réseau de stations terrestres. Pour remplir sa mission le satellite doit se maintenir sur une orbite de référence en orientant ses instruments de manière précise : des interventions sont nécessaires à intervalles réguliers pour corriger les perturbations naturelles de l'orbite générées, dans le cas d'un satellite terrestre, par les irrégularités du champ de gravité, l'influence du Soleil et de la Lune ainsi que la traînée créée par l'atmosphère qui subsiste en orbite basse.



Composition d'un satellite :

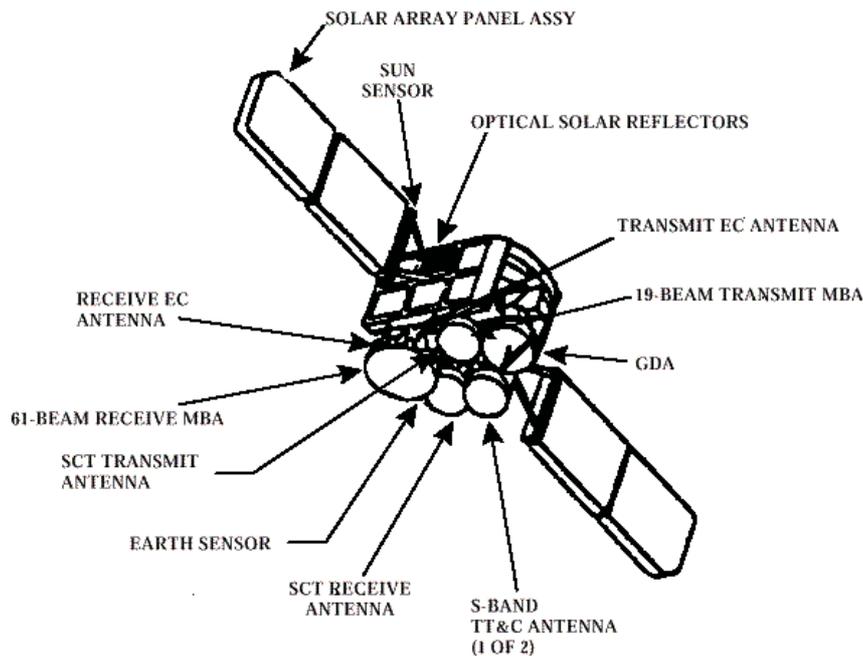


Schéma d'un satellite quelconque

Plate-forme (ou module de service)

La plate-forme regroupe principalement toutes les fonctions de contrôle de pointage, de propulsion, de régulation thermique et d'alimentation du satellite. Les équipements de contrôle de pointage sont constitués de capteurs (ou senseurs) qui permettent d'informer le sol de l'orientation du satellite dans l'espace pour le maintenir correctement orienté vers la terre. Le pilotage s'effectue par un système de propulsion en général chimique, parfois électrique. Dans un système de propulsion chimique, outre les moteurs (tuyères), la plateforme héberge des réservoirs d'ergols et de gaz pressurant (hélium en général) qui chasse les ergols vers les moteurs. Enfin, l'alimentation en énergie du satellite est assurée par des cellules photovoltaïques qui convertissent l'énergie de la lumière du soleil en électricité. Les cellules solaires sont regroupées soit sur la « peau » du satellite, pour les satellites spinnés (stabilisés par rotation), soit sur des panneaux solaires déployables.

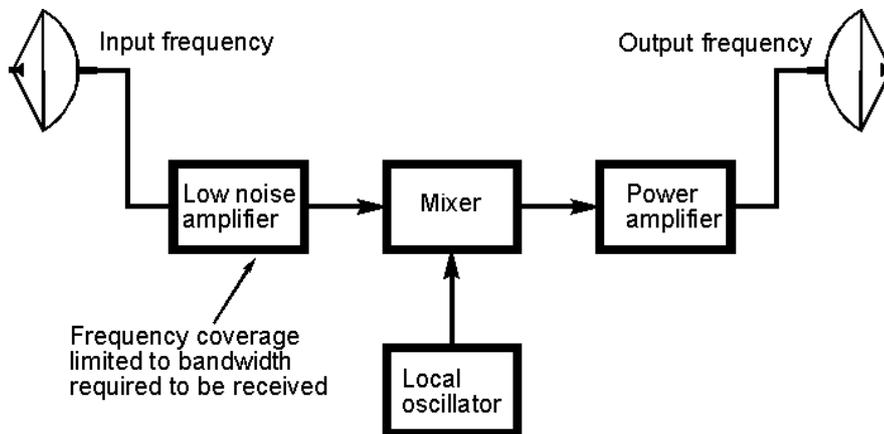
Charge utile

La charge utile du satellite désigne la partie qui lui permet de remplir la mission pour laquelle il a été conçu c'est-à-dire, pour un satellite de télécommunications, recevoir, traiter et réémettre vers la terre des signaux. La charge utile comprend notamment les antennes du satellite et les répéteurs, mais pas les équipements de contrôle, de propulsion ou d'alimentation électrique qui appartiennent à la plate-forme (structure physique).

Transmission du signal sur le satellite (antennes et répéteurs)

Un répéteur (transpondeur en anglais) est un émetteur/récepteur sur le satellite qui émet des signaux automatiquement lorsqu'il reçoit certains signaux prédéterminés. Le terme « répéteur » pour un satellite est une unité de traitement du signal qui utilise une chaîne unique d'amplification à haute puissance.

Chaque répéteur traite une plage définie de fréquences (appelée aussi « largeur de bande ») centrée sur une fréquence donnée (la porteuse) et avec une polarisation donnée du signal reçu (X, Y ou circulaire). Un changement de fréquence et de polarisation est opéré par le répéteur entre la réception du signal venant de la Terre, avant son amplification, et sa réémission vers la Terre. La fréquence en Uplink est toujours supérieure à la fréquence en Downlink avec la même valeur d'écart. Un satellite comprend plusieurs répéteurs, chacun pouvant supporter un ou plusieurs canaux de communication. Un répéteur peut être en bande Ku, C, K ou Ka.



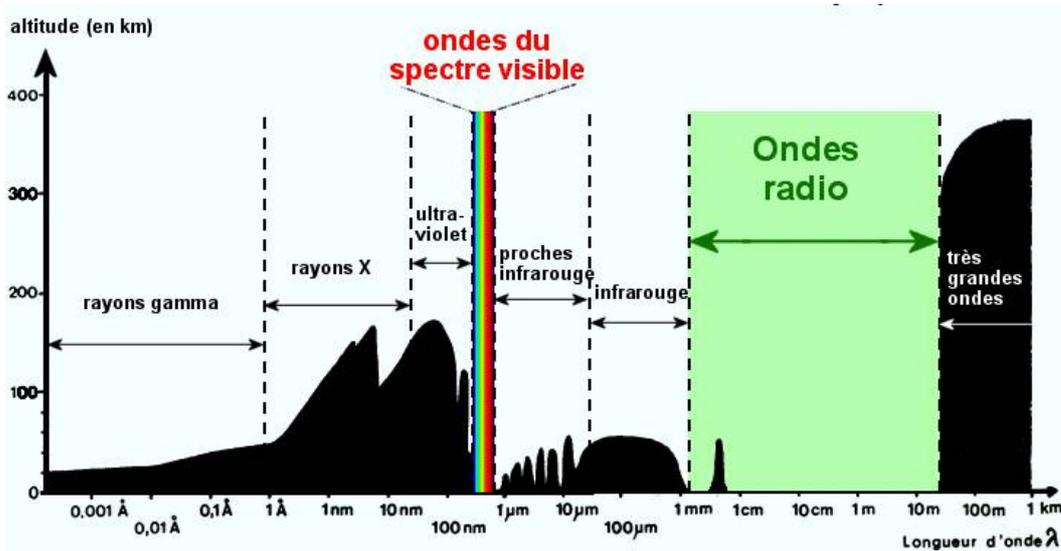
Par exemple, Eutelsat 10A (W2A) comprend 46 répéteurs en bande Ku, et une charge utile en bande C composée de 10 répéteurs.



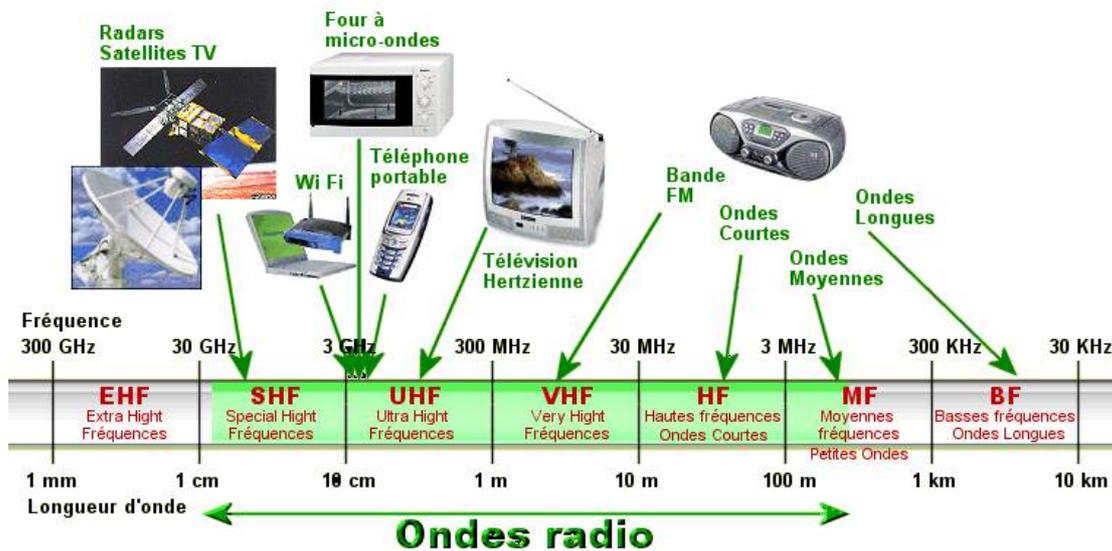
Un transpondeur sur un satellite afghan

1.3. Bandes de fréquences utilisées par les satellites : bandes Ku, C, Ka, K et S

Comme le soleil en émet en permanence, nous sommes capable d'émettre des rayonnements électromagnétiques qui sont des déplacements de photons suivant une certaine vitesse d'oscillation, c'est à dire un ensemble d'ondes électromagnétiques qui ont chacune une certaine fréquence. Ci-dessous nous pouvons voir que seuls les ondes visibles et les ondes radio (utilisées entre autres pour les communications satellites) traversent l'atmosphère de la Terre sans être perturbées.



Ces ondes radio ont diverses applications :



Plus la longueur d'onde est grande, plus elle va traverser les objets et les murs, comme les basses et infra basses dans le cas d'ondes sonores.

Les ondes électromagnétiques et les ondes sonores sont deux types d'ondes complètement différents, les ondes électromagnétiques n'ont pas besoin de matière (air) pour se déplacer, c'est pourquoi elle traversent l'espace, les ondes sonores elles ont besoin de matière tel l'air, l'eau ou un corps solide, c'est pourquoi il n'y a aucun son dans l'espace. Dans le cas des ondes électromagnétiques, plus la fréquence est élevée, cas des ondes radio et plus particulièrement des ondes SHF, plus ces ondes seront absorbées par les matériaux qui s'interposent sur leur chemin.

On appelle supra-haute fréquence (SHF) la bande de radiofréquences qui s'étend de 3GHz à 30GHz (longueur d'onde de 10 cm à 1 cm). On les appelle aussi hyperfréquences.

Dans le document « Applications sur la bande SHF » en annexe, nous pouvons voir comment ont été attribuées les différentes fréquences de la bande SHF. Et on peut y extraire deux intervalles de fréquences utilisés fréquemment par les satellites.

La bande Ku

10700 à 10900	Mobile vers satellites Eutelsat
10900 à 11700	Mobile vers satellites Eutelsat, Satellites de télévisions Bande Ku-1, satellites SKYBRIDGE
11700 à 11750	Satellites de télévisions Bande Ku-1, satellites SKYBRIDGE
11750 à 12500	Satellites de télévisions Bande Ku-2, satellites SKYBRIDGE
12500 à 12750	Mobile vers satellites Eutelsat, Satellites de télévisions Bande Ku-3, satellites SKYBRIDGE
12750 à 13250	Faisceaux Hertziens, Militaires, Police, Radio diffusion par satellites, satellites SKYBRIDGE
13250 à 14000	Radio diffusion par satellites, satellites SKYBRIDGE
14000 à 14250	armée, société, presse, ambassade, organisation diverse par satellite
14000 à 14250	Satellites Eutelsat vers mobiles (messageries), répéteurs Télécoms 1 Télécoms 2
14250 à 14500	armée, société, presse, ambassade, organisation diverse par satellite, répéteurs Eutelsat Intelsat

La bande Ku (Kurz-unten) est la partie du spectre électromagnétique définie par la bande de fréquence micro-ondes de 10,7 GHz à 12,75 GHz en réception et de 14 à 14,5 en émission. C'est la plus employées de toutes les bandes de fréquences, et la plus répandue en Europe, du fait de la petite taille des paraboles nécessaires à sa réception.

La bande C

3400.1 à 3402	Radars S-band et Radioamateurs avec équipements à bande étroite en tous modes (Sauf Europe)
3402 à 3420	Radars S-band et Radioamateurs en tous modes (Sauf Europe)
3420 à 3430	Radars S-band et Radioamateurs, communications digitales et numériques (Sauf Europe)
3430 à 3450	Radars S-band et Radioamateurs en tous modes (Sauf Europe)
3450 à 3455	Radars S-band et Radioamateurs, communications digitales et numériques (Sauf Europe)
3455 à 3475	Radars S-band et Radioamateurs en tous modes (Sauf Europe)
3475 à 3500	Radars S-band et Téléphone-Alphapage de poche D.E.C.T. en Europe en Numériques
3500 à 3600	Téléphone-Alphapage de poche D.E.C.T. en Europe en Numériques
3600 à 3630	<u>Réseaux câblés T.V. MMDS, Inmarsat B-C-M vers station terrienne côtière et interconnexions satellites</u>
3630 à 3700	<u>Réseaux câblés T.V. MMDS</u>
3700 à 3800	<u>Réseaux câblés T.V. MMDS et Satellites de télévisions</u>
3800 à 4180	<u>Satellites de télévisions</u>
4180 à 4200	<u>Satellites de télévisions, Inmarsat B-C-M vers station terrienne côtière et interconnexions satellites</u>
4200 à 5090	Réseaux locaux informatiques, armée, société, presse, ambassade, organisation diverse
...	
5800	Applications Industrielles, scientifiques et médicales I.S.M. et système d'information routière P : 2W
5800 à 5850	Radars et Satellites vers radioamateurs, armée, société, presse, organisation diverse, mobile
5850 à 5925	Télécoms, armée, société, presse, ambassade, organisation diverse, mobile
5925 à 6410	<u>Stations sur Terre vers satellites</u>
6410 à 6425	<u>Terre vers satellites T.V., station terrienne côtière vers Inmarsat B-C-M et interconnexions satellites</u>
6425 à 6454	<u>Radars, station terrienne côtière vers Inmarsat B-C-M et interconnexions satellites</u>
6454 à 6875	Radars, satellites vers stations sur Terre, armée, société, presse, ambassade, organisation diverse
6875 à 7075	Satellites GLOBALSTAR et ICO vers stations terriennes côtières relais sur Terre
7075 à 7250	Radars, satellites vers stations sur Terre, armée, société, presse, ambassade, organisation diverse

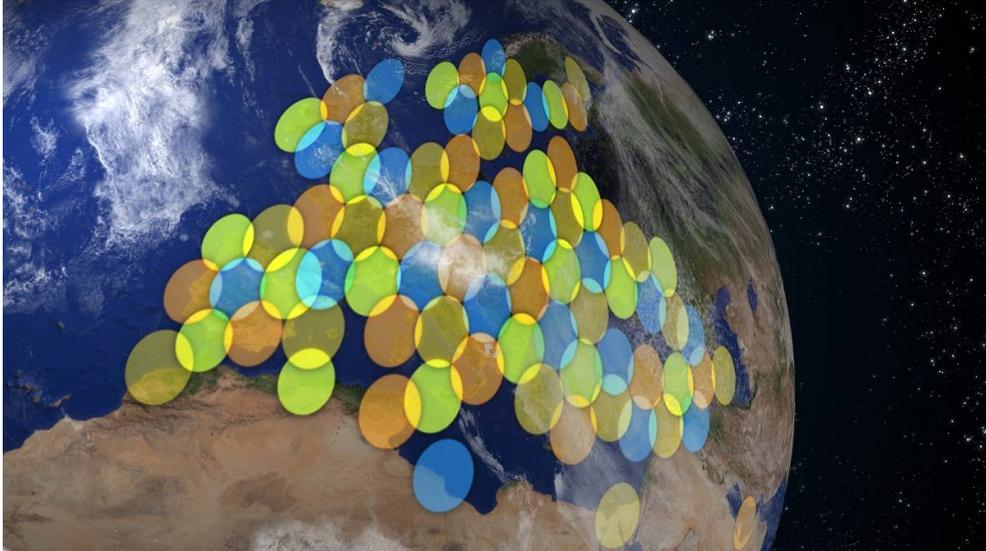
La bande C est définie entre les fréquences 3,4 à 4,2 GHz en réception et de 5,725 à 7,075GHz en émission. Elle est utilisée particulièrement sur les zones tropicales car ces fréquences sont moins sensibles à la pluie que les fréquences de la bande Ku.

La bande Ka

La bande Ka (Kurtz-above) est une gamme de fréquences, comprise entre la bande K et la bande Q, utilisée notamment pour l'internet par satellite. Pour les télécommunications spatiales, elle s'étend en émission de 27,5 à 31 GHz et en réceptions, de 17,3 à 21.2 GHz. Les paraboles nécessaires pour recevoir les signaux sont encore plus petites que celles utilisées pour la bande Ku (certaines antennes Ka mesurent 20cm de diamètre)

Cette bande de fréquence est utilisée par le satellite KA-SAT, précurseur de l'internet haut débit par satellite. En effet, KA-SAT a pour seul but de proposer une connexion haut débit à Internet aux 11 millions de foyers et entreprises européens victimes de la fracture numérique.

Le satellite dispose d'un débit total de 70 Gbit/s. De quoi connecter un million de foyers en haut débit. Cette performance est permise par la technologie multi-faisceaux. Les fréquences allouées au satellite sont du coup réutilisées par chacun des 80 faisceaux. De plus, la zone de couverture de chaque faisceau est limitée à une surface équivalente à la Belgique ou à l'Irlande. Au lieu de couvrir toute l'Europe d'un seul coup comme le font les anciennes technologies.



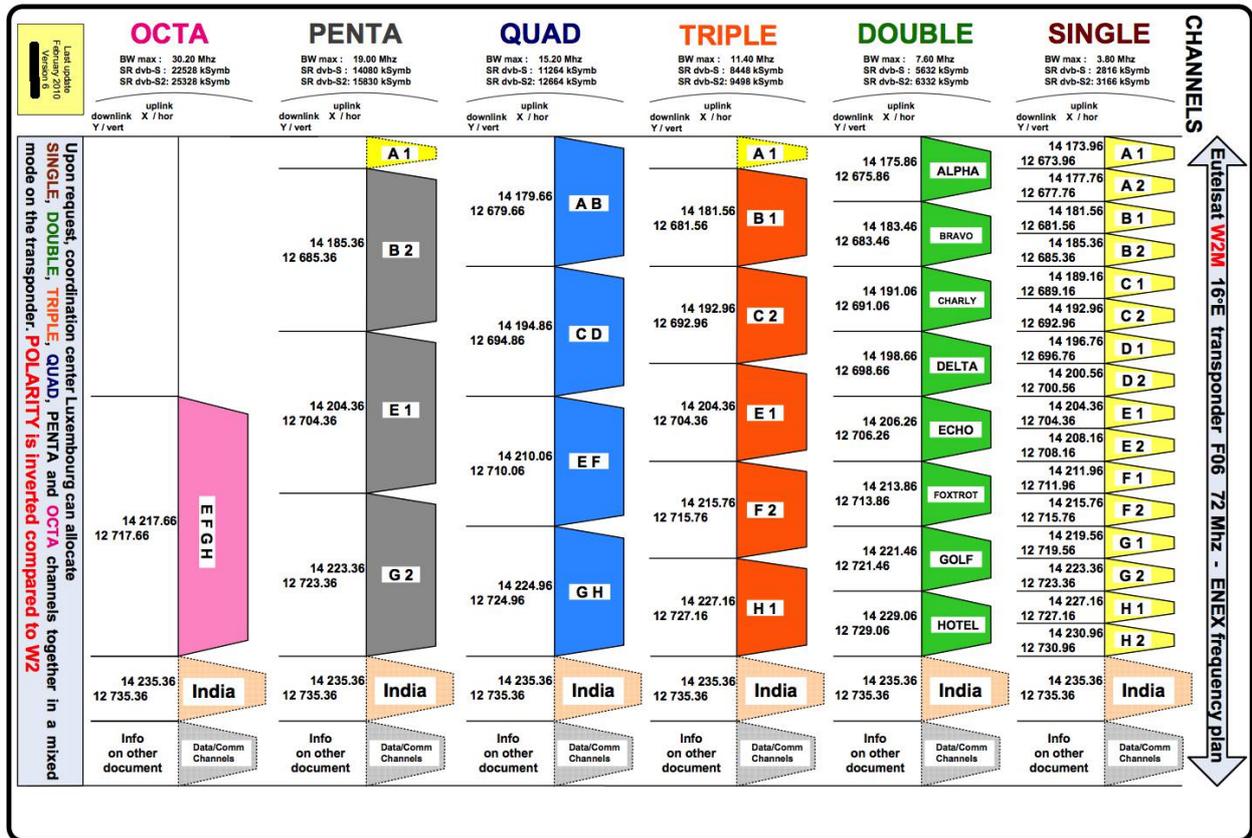
Les bandes K et S

...

1.4. Répartition des canaux sur un transpondeur

Sur un satellite, on a une multitude de transpondeurs qui sont dispatchés pour utiliser tout le spectre de fréquences Ku, C, etc..

Voici un document montrant comment peuvent être organisés les bandes de fréquences louables sur un des transpondeur d'un satellite. En l'occurrence il s'agit ici du répéteur F06 sur le satellite Eutelsat W2M



On y voit que le transpondeur fait 72 MHz de bande passante, de 14172,06 MHz à 14244,06 MHz. Ce n'est donc qu'une petite partie de la bande Ku (72MHz) qui est utilisée par ce transpondeur, comme les autres transpondeurs sur ce satellite.

En mode single on remarque que les 16 bandes de fréquences de 3,80MHz (BW = Band Width) font déjà un total de 60,80 MHz. Chacun de ces canaux ont alors un débit de 3166 kSymb en DVB-S2.

Par exemple on pourrait réserver un QUAD pour faire passer de la HD, et un single pour de la SD.

On remarque que la différence entre la porteuse montante (fréquence uplink de polarisation horizontale) et la porteuse descendante (fréquence downlink de polarisation verticale) est toujours la même, de 1500 MHz.

La polarisation en X ou Y permet à une même antenne de recevoir deux signaux, un montant et un descendant. Les polarités changent suivant les situations mais c'est toujours l'inverse en montée qu'en descente.

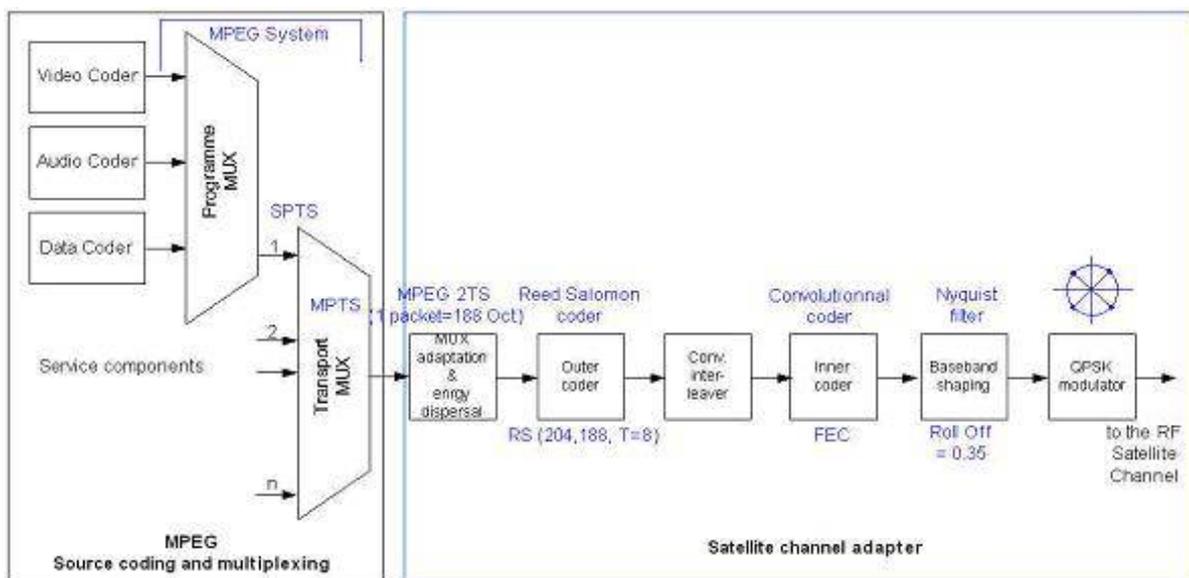
1.5. Encodage des données : norme DVB, modulations, Symbol rate et FEC

- *Norme DVB :*

Digital Video Broadcasting (abrégé en DVB, et qu'on pourrait traduire par « diffusion vidéo numérique »), est un ensemble de normes de télévision numérique édictées par le consortium européen DVB, et utilisées dans un grand nombre de pays.

La norme **DVB-S** (Digital Video Broadcasting - Satellite) est l'application de la norme DVB aux transmissions par satellite. Le développement de la norme s'est fait de 1993 à 1997 avec une première version émise en 1994. La première application commerciale a été mise en place par Canal+ pour la France, permettant ainsi la diffusion de la télévision numérique par satellite au grand public.

On utilise une modulation QPSK associée à des codes évolués : un codage convolutif (efficace pour réduire le taux d'erreur) précédé d'un entrelaceur et d'un code de Reed-Solomon.



Le **DVB-S2** a été développé en 2003 et est basé sur le DVB-S. C'est le standard utilisé par les SNG (Satellite News Gathering).

Il adopte à la fois un codage adaptatif et une constellation adaptative, c'est à dire une modulation APSK (voir les modulations plus bas).

Les schémas possibles sont les modulations QPSK, 8PSK, 16 APSK et 32 APSK, la mise en forme étant assurée par un filtre en racine de Cosinus Surélevé avec des roll-off de 0.2, 0.25 ou 0.35. En DVB-S le roll-off était de 0.35. Dans le cas des modulations 16APSK et 32APSK (voir Modulations plus bas) le rapport des rayons entre les différentes sous-constellations est adapté aux taux de codage afin d'assurer de meilleures performances en puissance.

Il n'y a plus de codage de Reed-Solomon de base. Le codage canal adopté est une concaténation d'un code en bloc (du type BCH) et d'un code LDPC avec un processus de décodage itératif. La taille de l'entrelaceur est de 64800.

Dans le protocole DVB-S2, les données sont transmises sous formes de trames. Ainsi, entre deux trames, la modulation et le codage peuvent être modifiées.

Pour résumer :

Premièrement, il est possible de travailler avec d'autres formats en DVB-S2 (c'est à dire autre qu'une trame MPEG-2 TS de 188 octets) sans augmenter de manière significative la complexité du système :

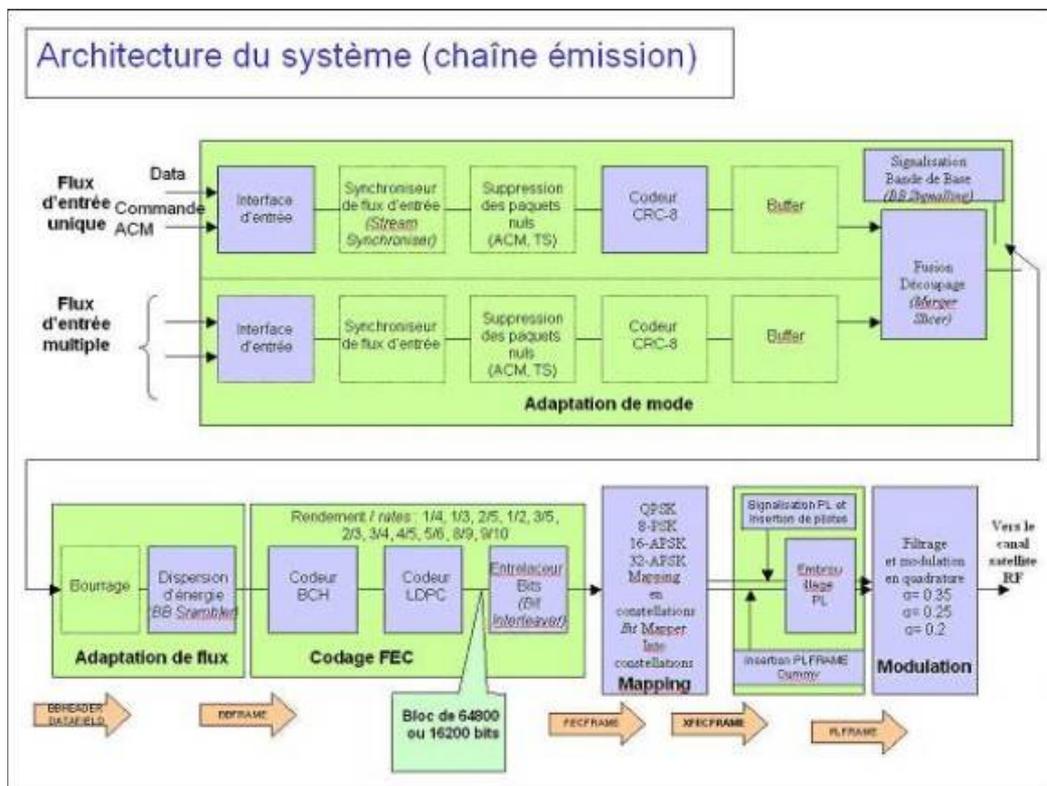
- Flux "Transport Stream" MPEG simples (SPTS) ou multiples (MPTS), avec des services TV codés en MPEG-2 ou MPEG-4,
- Flux binaires continus (flux non structurés, sous la forme de DATA),
- Datagrammes IP, cellules ATM. On a donc un adaptateur de flux d'entrée très flexible.

Deuxièmement, le système de codage de canal est beaucoup plus puissant qu'en DVB-S en utilisant les codes LDPC (Low Density Parity Check) et BCH (Bose-Chaudhuri-Hocquenghem).

Troisièmement, un grand nombre de rendement de code, le FEC peut varier de $\frac{1}{4}$ à $\frac{9}{10}$.

Quatrièmement, 4 types de modulations différentes permettant plus d'états (le fameux coefficient "m") :

- 2 modulations de phase : QPSK et 8-PSK
- 2 modulations de phase et d'amplitude : 16-APSK et 32-APSK.

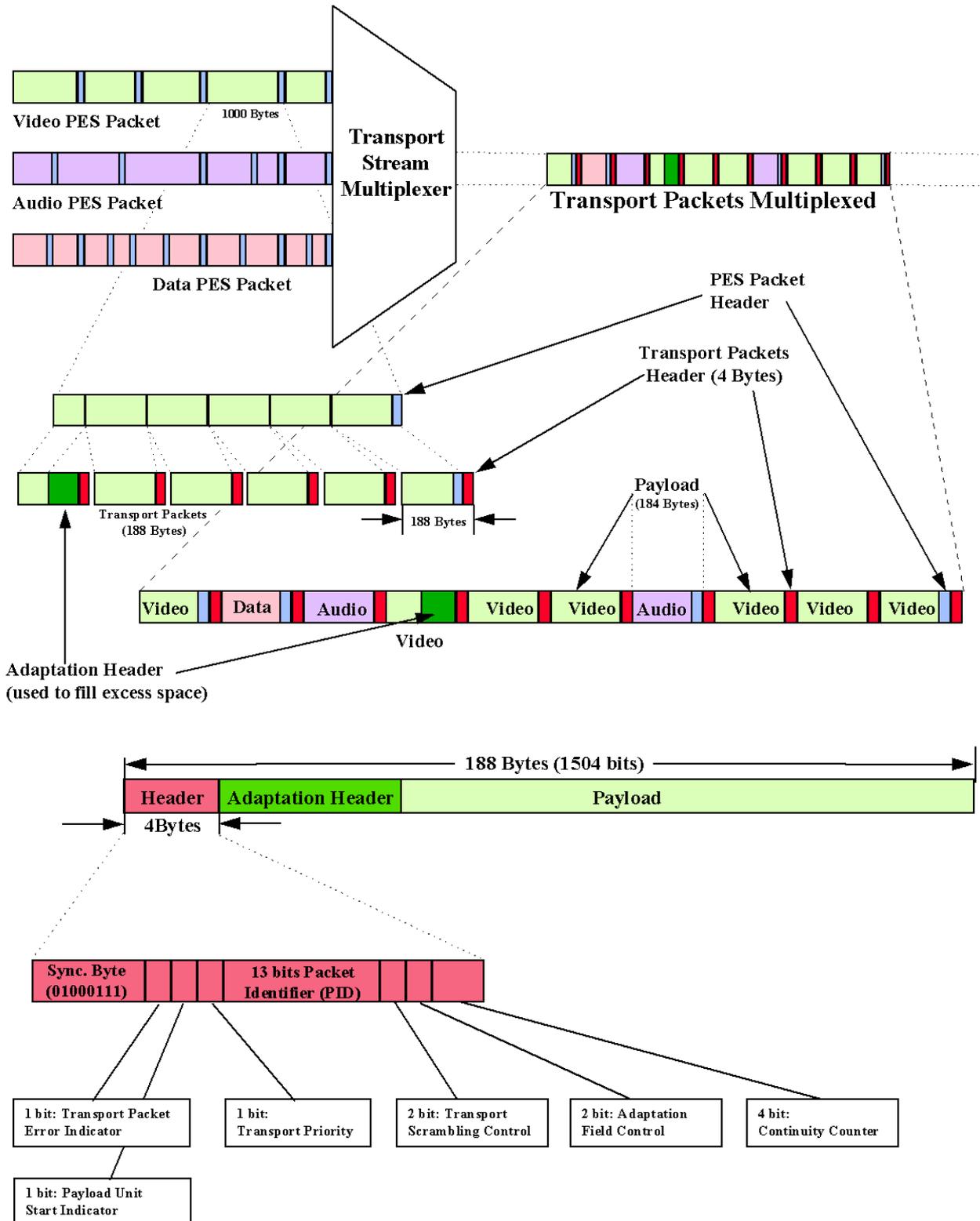


<http://www.actuav.com/rubriques/architectures/article006.htm>

<http://www.advantechwireless.com/wp-content/uploads/DVB-S2-theory.pdf>

- **Trame DVB-S**

Voici un exemple pour représenter une trame DVB-S. Il y a différents headers, des headers pour les paquets PES et des headers pour les paquets de transport. Chaque paquet de transport comprend 188bytes, donc 4bytes pour le header, et 184bytes pour stocker les données vidéo ou audio ou de données suivant le type de paquet. Si les données n'occupent pas les 184bytes, une zone adaptative est créée. Les informations qui permettront d'identifier le paquet et de le remettre à sa place dans le flux, ainsi que d'autres informations de tout type, comme la taille de la zone sans donnée adaptative, se trouvent dans le header de paquet transport.



Un trame est donc constituées :

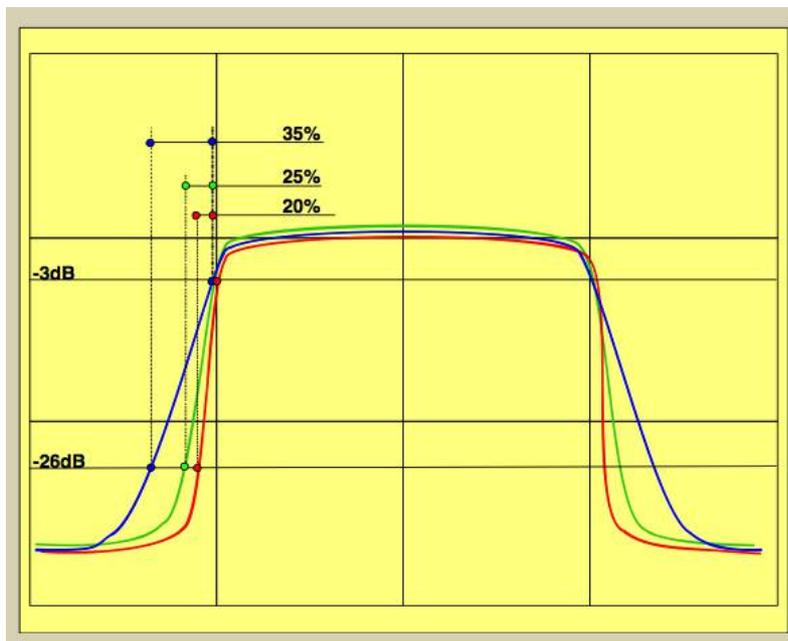
- d'un header :

Ses symboles sont transmis grâce à une modulation très robuste (PI/2-BPSK). Ils transmettent les informations de modulation et de codage sur la partie "données" de la trame. Grâce à la modulation robuste employée, ces symboles peuvent être utilisés par le récepteur pour se synchroniser (en symboles, en phase et en fréquence).

- d'une partie données :

Deux types de trames peuvent être utilisées : les trames normales (64 800 bits) ou les trames courtes (16 200 bits). À noter que ce sont les tailles de trames en bits après codage, les trames binaires décodées auront donc des tailles variables en fonction du codage utilisé. Le nombre de symboles de la trame "physique" dépendra lui de la modulation utilisée.

- **Roll-off :**



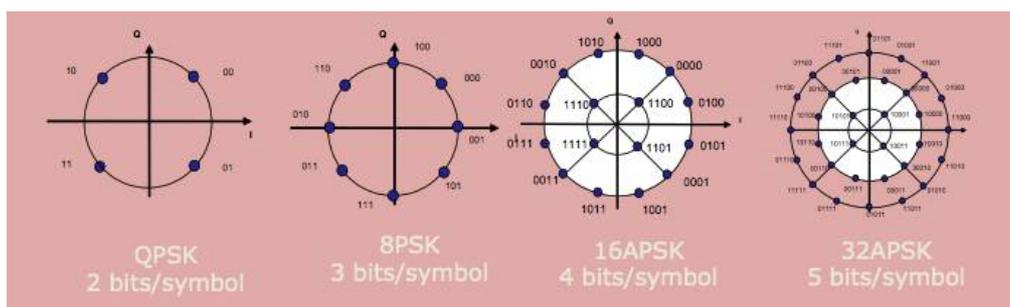
Le filtrage en DVB-S2 est de meilleure qualité, le roll-off peut être choisi entre 20 %, 25 % ou 35 %.

- **Modulations :**

3 types de modulations existent :

- la modulation de phase : 4-8-16-32-64-256 QPSK
- la modulation d'amplitude : 4-8-16-32-64-256 QAM
- la modulation de phase et d'amplitude : 16-32 APSK

Le standard DVB-S2 en retient plusieurs :



Symbol Rate :

On parle ici en Symboles car pour une transmission on ne peut pas parler de débit en bits/seconde. En effet les bits se retrouvent au bout de 35750 km quelque peu déformés, de plus un Symbole n'équivaut pas forcément à un bit et peut contenir plusieurs bits suivant le type de modulation. Cela permet de ne pas confondre non plus avec le débit vidéo ou son, car la norme DVB-S ajoute des headers et autres métadonnées, ainsi que des corrections d'erreurs au flux brut.

Voici la formule pour le DVB-S, lien entre débit binaire de débit des symboles :

SR = Symbol Rate

DR = Data Rate = the information rate. This is the same as the customer information rate if there is no framing, supervisory, conditional access or encryption overhead added to the data stream in the modem. DVB modems add significant overheads.

m = modulation factor (transmission rate bits per symbol). BPSK=1, QPSK=2, 8PSK=3, 8QAM=3, 16QAM=4, 64QAM=6 etc... ($2^6=64$)

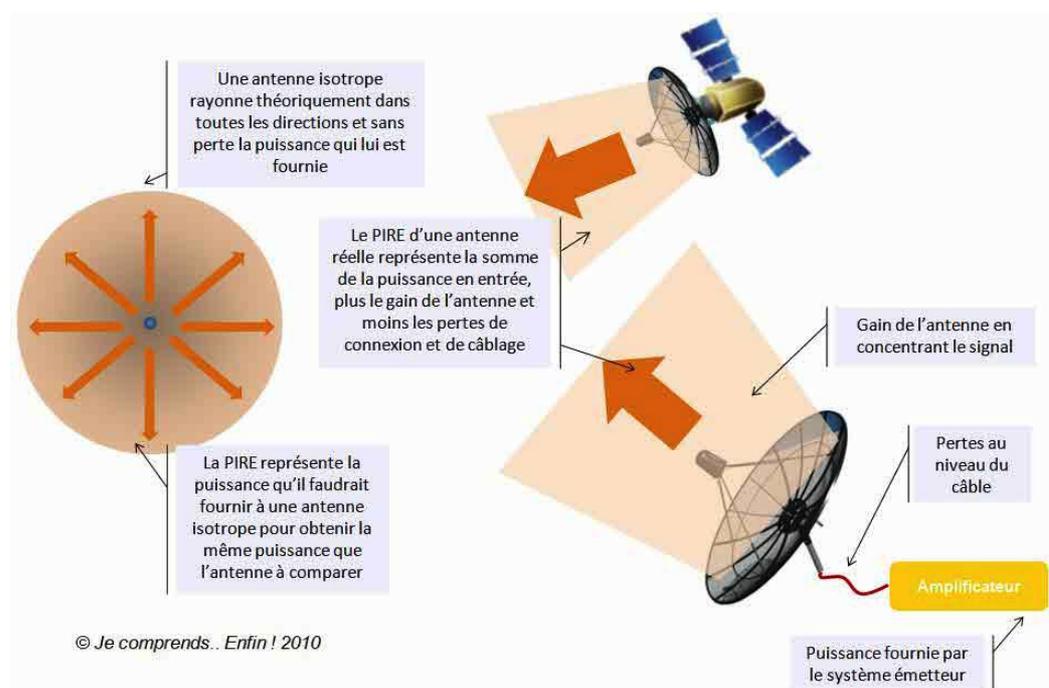
CRv = Viterbi forward error correction (FEC) Code Rate. Eg. 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8

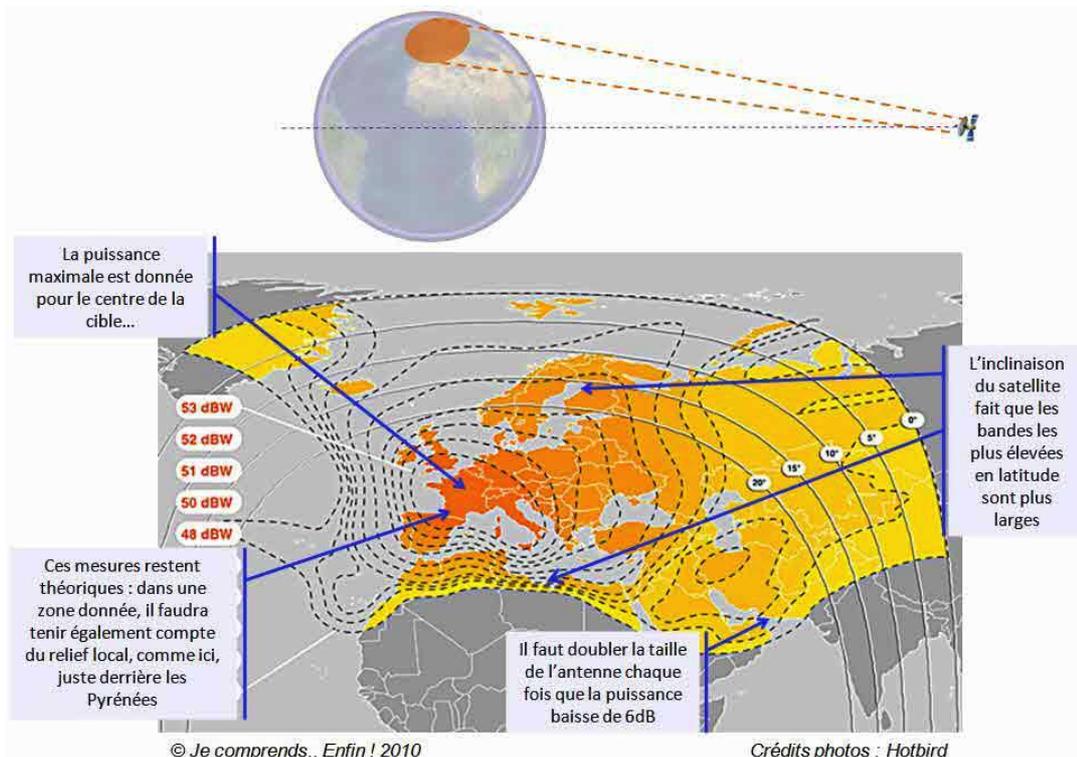
CRrs = Reed Solomon forward error correction (FEC) Code Rate. Eg. 188/204

If some other type of FEC coding method is chosen, such as Turbo coding, just use whatever FEC rate is selected (e.g. 5/16, 21/44, 3/4, 7/8, 0.95)

$$\text{Formule : } \quad \text{SR} = \text{DR} / (m \times \text{CRv} \times \text{CRrs} \times \text{'other FEC...'})$$

1.6. PIRE (Puissance Isotrope Rayonnée Equivalente) ou EIRP en anglais





P.I.R.E. (ou EIRP en anglais)

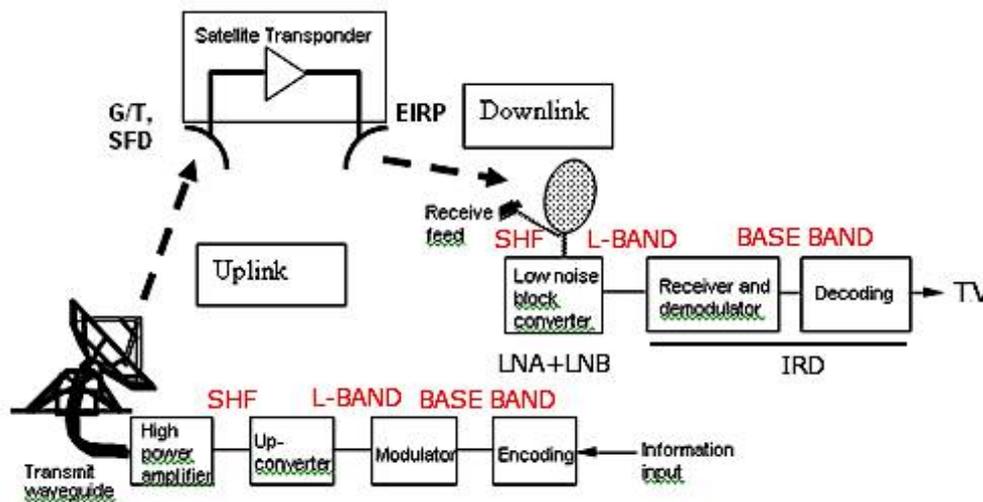
Puissance isotrope rayonnée équivalente. Mesure l'intensité du signal émis par un satellite vers la terre, ou par une antenne sur la terre vers un satellite. Elle est exprimée en dBW. Plus la p.i.r.e. de l'émetteur est élevée, plus le rapport G/T du récepteur peut être réduit pour une même qualité de réception (donc plus l'antenne de réception peut être petite).

Sensibilité de réception (facteur de qualité g/t)

La sensibilité d'un système de réception est donnée par le facteur de qualité G/T (gain/température de bruit). Cette sensibilité dépend à la fois du gain de l'antenne de réception (qui croît avec la surface de l'antenne et la fréquence du signal reçu) et du bruit total des équipements électroniques utilisés pour cette réception (exprimé en température de bruit). Plus le G/T est élevé, plus la puissance d'émission peut être réduite. Inversement, plus la puissance d'émission est forte, plus le G/T peut être réduit (donc plus la taille de l'antenne de réception peut être petite).

2. Principe de la transmission

2.1. Schéma de principe de la chaîne de transmission



2.2. Les étapes :

Encoding : encodeur/compression en MPEG2 (SD) ou MPEG4 AVC (HD)

Modulator : modulation en Low Band (fréquence BIS) (entre 950 et 2150 MHz)

Block Up Converter (BUC) : convertit de Low Band en SHF (fréquence d'émission généralement autour des 14 GHz)

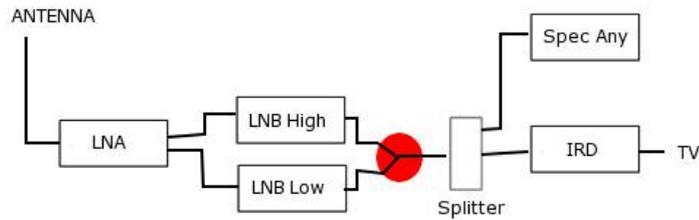
High Power Amplifier (HPA) : amplifie le signal pour la transmission

Transmission vers transpondeur satellite puis retour sur Terre vers la même ou une autre antenne.

Low Noise Block Converter : composé d'un LNA (Low Noise Amplifier pour réamplifier le signal qui arrive) et de un ou plusieurs LNB (Low Noise Block Converter qui servent à passer des hyperfréquences SHF en Low Band).

IRD : est chargé de démoduler le signal Low band en Bande de base et du décodage DVB-S. Il a pour sortie un signal compatible avec une TV. Cela pourrait être par exemple un décodeur « Canal Satellite ».

2.3. Configuration de réception avec deux LNB et un Spec Any



On a parfois besoin de plusieurs LNB, par exemple un LNB High qui réduit la fréquence de 11,3 GHz (pour des hyperfréquences de réception plus proche de 12,75 GHz) et un LNB Low qui la réduit de 10 GHz (pour des basses hyperfréquences de réception plus proche de 10,7 GHz). Le but étant de retomber en Low-Band (entre 950 et 2150 MHz) pour que l'IRD puisse travailler sachant que la bande Ku en réception va de 10,7 à 12,75 GHz)

Exemple : $12,501 \text{ (SHF)} - 11,3 = 1,201 \text{ GHz (Low Band)}$

En réception, on a donc les deux LNB, et un Analyseur de spectre qui est plugé avec un splitter avant d'entrer dans l'IRD.

Spec Any : Analyseur de spectre servant régler la puissance d'émission et visualiser la porteuse avec ou sans modulation



Analyseur de marque Rhode & Schwarz

http://www.actutem.com/pages/130314_RS_FSH20.html

Pour chercher le signal dans l'analyseur de spectre et pour régler l'azimuth et l'élévation en fonction du pic affiché sur l'analyseur de spectre, il faut connaître la valeur de la fréquence et la valeur du LNB utilisé. Puis faire le calcul (par exemple $12,501 - 11,3 = 1,201 \text{ GHz}$), ce qui donne la fenêtre où observer le signal dans l'analyseur de spectre.

3. Présentation du matériel

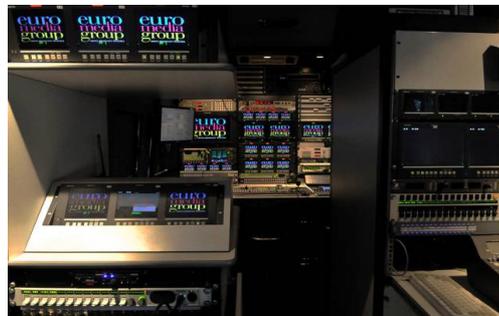
3.1. Les cars SNG

Le car SNG peut soit être un car dédié à la transmission, soit à la fois faire office de régie et faire la transmission. Dans les deux cas on va l'appeler SNG.



Ci-dessus, sur l'image de gauche on ne voit qu'une antenne de transmission, alors que sur l'image de droite on voit une antenne de transmission ainsi qu'une petite antenne de réception ordinaire. Le type d'antenne en losange du SNG de BFM est appelé antenne géorgienne.

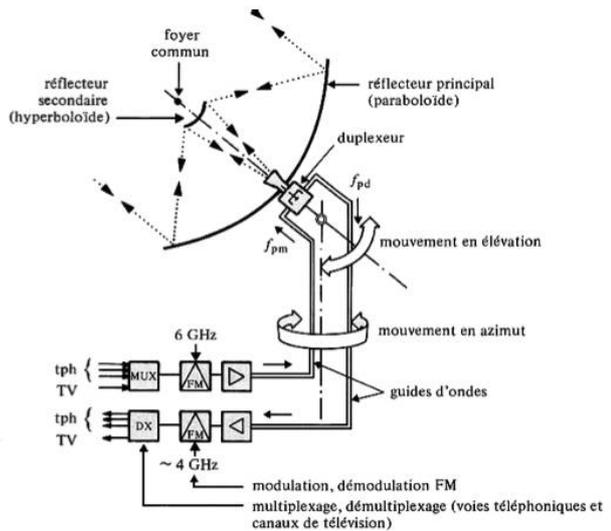
Ci-dessous, sur l'image de gauche on ne voit qu'un intérieur dédié à la transmission, sur celle de droite on voit que l'intérieur est aménagé en une véritable mini-régie.



3.2. L'antenne

Une antenne peut être utilisée à la fois pour l'émission d'un signal et pour la réception d'un signal hyperfréquence. Elle est composée d'un panneau réflecteur et d'un pavillon (duplexeur). Ce premier peut soit projeter le signal hyperfréquence provenant du BUC et transmis à travers un guide d'onde, soit concentrer le signal provenant du satellite en un point coïncidant avec le LNB.

Sur la photo on voit d'après la forme du guide d'onde que le faisceau émis sera de polarité horizontale, et que le faisceau reçu sera de polarité verticale (le LNB n'est pas relié ici).



Si l'on tourne le pavillon de 90° , on change les polarités.

On enverrait dans ce cas à partir de cette même antenne, un signal montant suivant la polarité Y pour transmettre le signal à l'opérateur, et on recevrait le signal ascendant en polarité X pour vérifier et visualiser le signal comme l'opérateur distant.

Dans un SNG, on peut aussi utiliser une deuxième antenne standard, c'est à dire de type grand public et uniquement réceptrice, ainsi qu'un autre IRD (récepteur satellite banal plus souvent appelé décodeur) pour recevoir la chaîne comme tout téléspectateur le ferait.

Remarque :

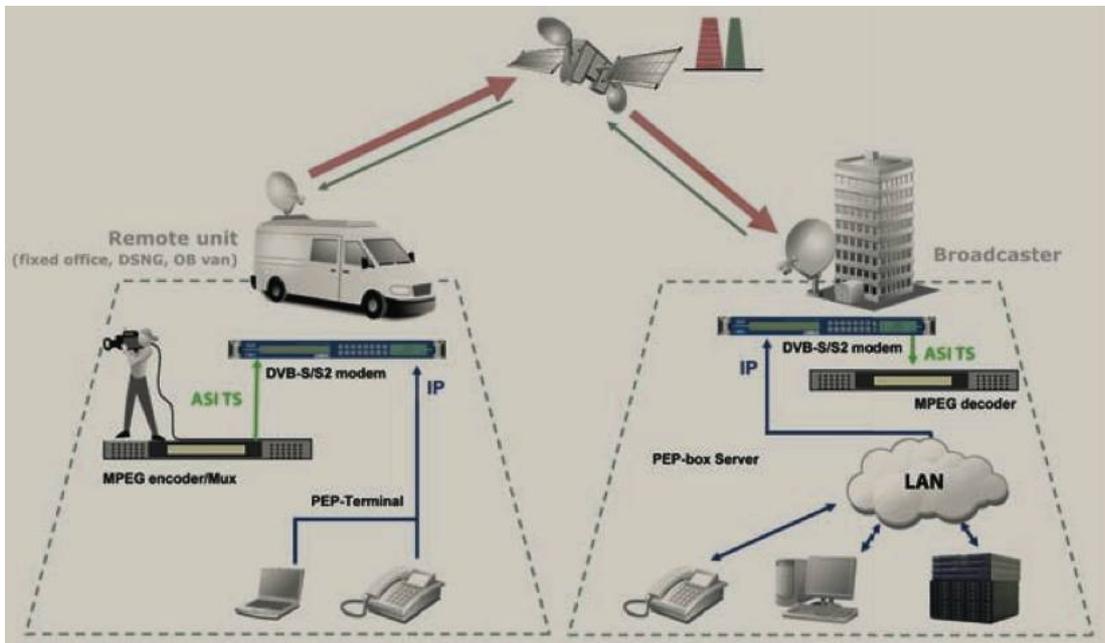
Une onde électromagnétique n'a pas de polarité, les photos oscillent de façon aléatoires autour de l'axe du faisceau. Polariser une onde correspond à donner une trajectoire définie au champ électrique. Cela se fait à l'aide d'un filtre polarisant. On parle alors de polarisation linéaire qui peut être soit linéaire horizontale soit linéaire verticale. L'onde peut également se propager en tournant à la façon d'un tirebouchon. On parle alors de polarisation circulaire droite ou polarisation circulaire gauche.

Attention à ne pas se trouver sur le passage des ondes hyperfréquences qui sont nuisibles.

3.3. Configuration matérielle et redondance dans un SNG

Schéma :

Dans le SNG, l'opérateur de transmission se connecte en IP avec son ordinateur aux appareils d'encodage et de modulation pour les paramétrer. Il peut néanmoins le faire manuellement directement sur les appareils.



Les flux de données audio/vidéo/métadonnées entre les appareils sont transmis selon le standard ASI.

ASI : Asynchronous Serial Interface, standard développé par DVB pour interconnecter différents appareils et transporter un flux TS (TS signifie Transport Stream, pouvant contenir un ou plusieurs programmes compressés en MPEG-2/4 ainsi que du contenu IP).

L'ampli, appareil faisant office de BUC+HPA, est lui commandé manuellement.

Redondance :

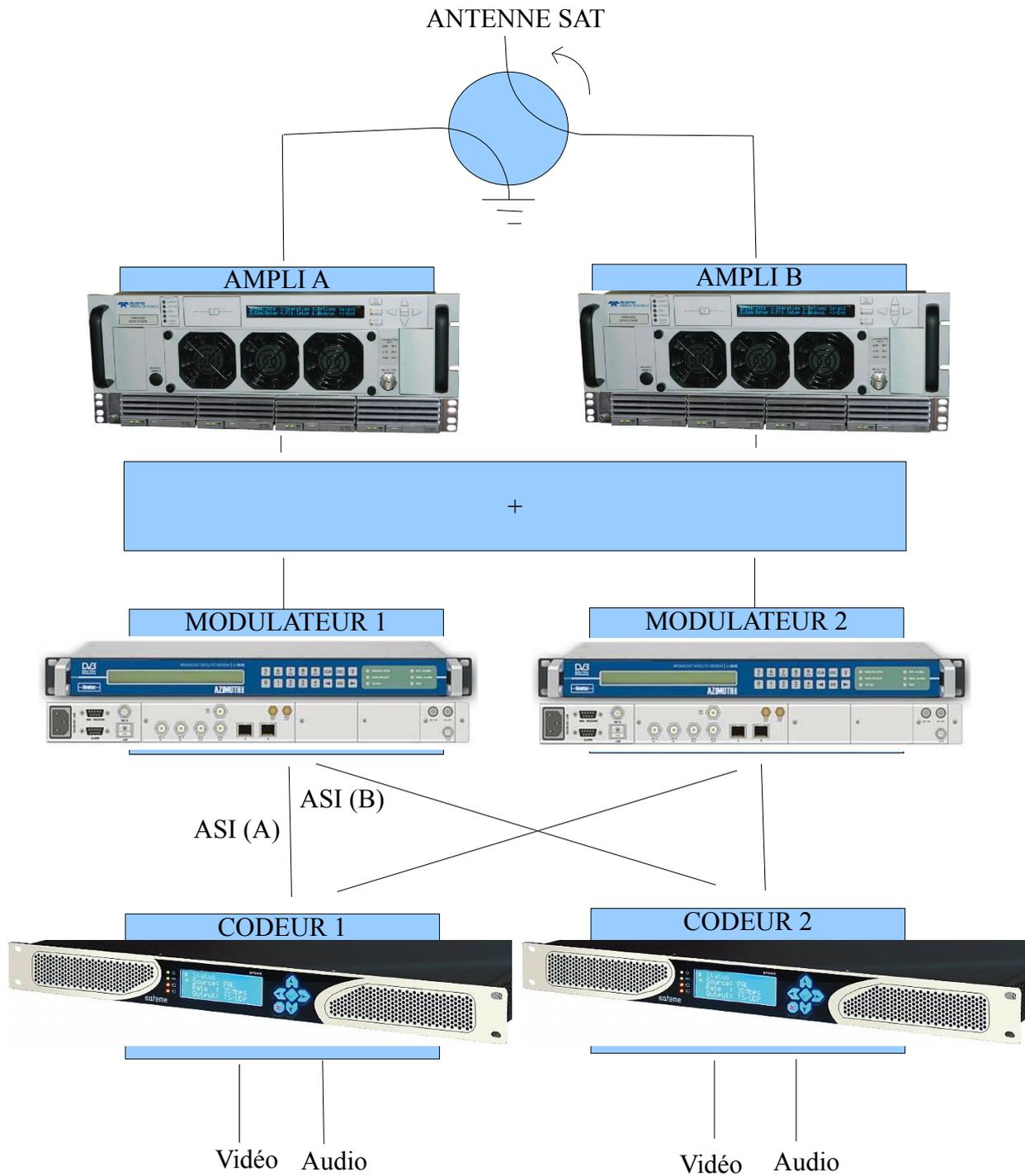
Pour assurer le bon fonctionnement de la transmission, il faut utiliser le matériel en doublon pour que si jamais un problème arrive sur la première chaîne de transmission, la seconde soit utilisable et opérationnelle. Il faut de même configurer les deux chaînes de la même manière.

Les codeurs qui sont chargés de multiplexer la vidéo et le son dans un flux reçoivent donc le même audio et la même vidéo. Les modulateurs reçoivent les flux des deux codeurs, si un codeur tombe en panne, le modulateur reçoit toujours le second et peut continuer à transmettre le flux, il suffit de dire au modulateur quel flux prendre à présent.

Les amplis reçoivent les sommes des deux modulateurs, un seul ne fonctionnant en réalité. Si un modulateur tombe en panne, on Disable MOD1 et Enable MOD2 pour récupérer le flux. De plus, même si un modulateur et un codeur tombent en même temps en panne, le flux est toujours transmis.

Enfin si un ampli lâche, on commute l'envoi vers l'antenne, soit ampli A soit ampli B.

La chaîne de transmission est donc doublée et parée à toute éventualité.



3. Exploitation

3.1. Comprendre la fiche technique

Le chef de car reçoit de la part du prestataire satellite, ici Globecast, une fiche technique avec tous les paramètres nécessaires à l'émission du signal vers le satellite.

 GlobeCast France	CONFIRMATION	GlobeCast Ref # 360977													
Envoyé: 17/01/12 à 18:43		Votre Ref # sebastien pecaud Page 1 of 1													
Date: samedi 21 janvier 2012		Horaire: 16:15 - 19:30 GMT													
Client: Ma Chaine Sport															
Sujet: VOLLEY: TOULOUSE VS POITIERS															
Service Space only .4.5Mhz - (Ku) (France)															
Origine F40	Destination: TVRO / CJI														
Path Source: F40 +33 6 80 36 39 53	Notes														
<table border="1"><tr><td>Satellite: W2A / Eutelsat 10A (10.00 Degrees East)</td></tr><tr><td>Sat TXP & CH: W2A B5 Lease</td></tr><tr><td>Ch.E1 4.50</td></tr><tr><td>Sat. Access: +33 144613876</td></tr><tr><td>Carrier Up: 16:15 GMT</td></tr><tr><td>Carrier Down: 19:30 GMT</td></tr><tr><td>U/L Freq: 14,460.5800</td></tr><tr><td>U/L Polarity: Y</td></tr><tr><td>D/L Freq: 11,160.5800</td></tr><tr><td>D/L Polarity: X</td></tr><tr><td>FEC: 3/4</td></tr><tr><td>Symbol: 3.7</td></tr><tr><td>Modulation: DVB-S2 8PSK</td></tr></table>			Satellite: W2A / Eutelsat 10A (10.00 Degrees East)	Sat TXP & CH: W2A B5 Lease	Ch.E1 4.50	Sat. Access: +33 144613876	Carrier Up: 16:15 GMT	Carrier Down: 19:30 GMT	U/L Freq: 14,460.5800	U/L Polarity: Y	D/L Freq: 11,160.5800	D/L Polarity: X	FEC: 3/4	Symbol: 3.7	Modulation: DVB-S2 8PSK
Satellite: W2A / Eutelsat 10A (10.00 Degrees East)															
Sat TXP & CH: W2A B5 Lease															
Ch.E1 4.50															
Sat. Access: +33 144613876															
Carrier Up: 16:15 GMT															
Carrier Down: 19:30 GMT															
U/L Freq: 14,460.5800															
U/L Polarity: Y															
D/L Freq: 11,160.5800															
D/L Polarity: X															
FEC: 3/4															
Symbol: 3.7															
Modulation: DVB-S2 8PSK															
GlobeCast vous remercie de votre confiance.															
Pour toute demande relative à cette commande, nous vous prions de bien vouloir rappeler la référence.															
L'ensemble des Services ci-dessus est soumis aux Conditions Générales relatives aux services occasionnels de GlobeCast France (accessibles à l'adresse suivante : < http://www.globecast.com/GTC/CGF_CG_Occasionnel.html >, ou sur simple demande), que le Client accepte pleinement et sans réserve.															
mail: paris.bookings@globecast.com	Tel: +33 1 44 61 47 00	Fax : +33 1 44 54 11 40													

On y trouve la **date** de l'évènement, le **client**, le **sujet** et la **plage horaire** allouée pour l'évènement à diffuser.

On y trouve la **source** (nom du SNG) et la **destination** (la régie finale de la chaîne).

Les **horaires** sont toujours en **GMT** (Greenwich Mean Time) c'est à dire basé sur le méridien de Greenwich. En France on ajoute donc 1 heure à l'heure GMT (cela signifie que s'il est écrit 18:00 GMT, cela correspond en réalité à 19:00). On a une heure d'avance, le soleil se levant à l'est, l'Angleterre étant plus à l'ouest.

Deux heures environ avant la retransmission du direct, il y a une phase de test avec un opérateur de chez Globecast. Sur cette fiche de service sont donc inscrits le **nom et le numéro de téléphone (Satellite Access) du correspondant chez Globecast** ainsi que les horaires de test (quoiqu'ici non).

La fiche comporte aussi le type de **service** :

Space Only : le chef de car ne s'occupe que de la montée du signal jusqu'au satellite.

La descente est opérée par un sous-traitant (ici Globecast, anciennement le SERTE (Service d'Exploitation Radio Télévision Extérieur). Globecast peut ensuite, une fois le signal récupéré, renvoyer par fibre optique (si liaison directe existante) vers la régie finale de la chaîne. Si pas de fibre, une liaison satellite est possible.

4.5 MHz (Ku): largeur de la bande passante louée sur le transpondeur, sur la bande Ku.

Ensuite viennent les informations nécessaires à la transmission satellite.

Le **nom du satellite utilisé** est Eutelsat 10A (W2A), anciennement appelé AB1 (Atlantic Bird 1). On utilise sur celui-ci le transpondeur **B5**, et sur ce transpondeur le canal **E1** de largeur de bande **4,50 MHz**.

On y trouve la **fréquence** et la **polarité** en **U/L** (UpLink = émission), ainsi qu'en **D/L** (DownLink = réception).

Puis les paramètres d'encodage du flux émis que sont la norme et le type de modulation en **DVB-S2 8PSK**, avec le **symbol rate** (en MBaud = MSymb/s), et le **FEC** ($3/4$, $7/8$, $5/6$).

Remarques :

On envoie donc un signal montant suivant la polarité Y pour transmettre le signal à l'opérateur, et à partir de cette même antenne, on reçoit le signal ascendant en polarité X pour vérifier et visualiser le signal comme l'opérateur distant.

On utilise une deuxième antenne standard, c'est à dire de type grand public et uniquement réceptrice, ainsi deuxième IRD (récepteur satellite banal) pour recevoir la chaîne comme tout téléspectateur le ferait. Ici on règle l'antenne sur le satellite Astra, non communiqué sur la fiche.

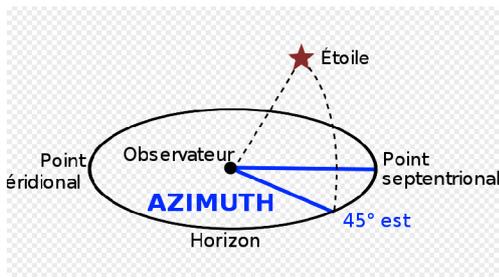
3.2 Réglage de l'antenne

On se doit lorsqu'on arrive sur le terrain de positionner au bon endroit le SNG, avec champ libre en direction plein sud, sans arbre, mur ou obstacle qui pourrait gêner. Il faut aussi essayer qu'il soit le plus possible à l'horizontal. La première chose à faire ensuite, une fois avoir fait le tour du lieu et s'être branché en énergie, c'est de régler l'antenne.

Sur le site <http://www.lyngsat.com>, on peut trouver tous les satellites européens et dans le monde pour connaître leur position, suivant l'endroit où on se trouve, et aussi leurs fréquences.
<http://www.lyngsat.com/Eutelsat-10A.html>

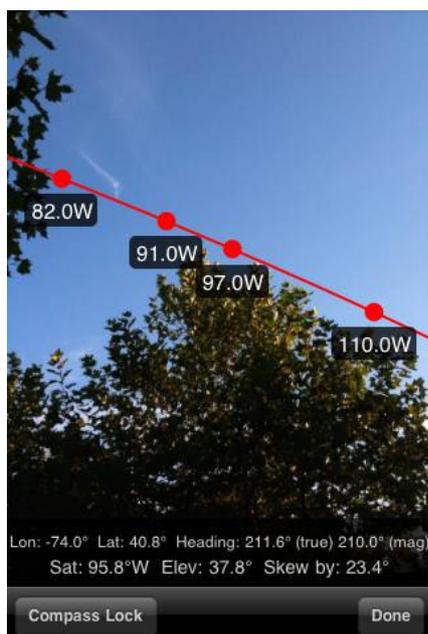
Pour orienter l'antenne il faut connaître les paramètres azimuth et élévation que l'on trouve donc sur le site. Normalement l'azimut est mesuré depuis le nord en degrés de 000° à 359° dans le sens rétrograde (sens des aiguilles d'une montre) : ainsi l'est est au 90°, le sud au 180° et l'ouest au 270°. Dans le cas des satellites on prend comme référence le sud, car les satellites Européens sont tous lancés de Guyane en position géostationnaire au niveau de l'équateur (autrement ils dévieraient), et donc placés pour être facilement utilisable au dessus de la France (et de l'Afrique aussi).

Dans le territoire hexagonale les différences entre paramètre ne sont pas énormes, par exemple 1° vers l'ouest (par rapport au sud) à Brest, contre 16° à Strasbourg. Une élévation de 32° à Dunkerque contre 40° à Perpignan.



On peut aussi s'aider de l'appli iPhone Dishpointer AR Pro :

<http://itunes.apple.com/us/app/dishpointer-ar-pro/id321914743?mt=8>



3.3. Configuration

L'étape suivante consiste à rentrer les paramètres d'encodage et de modulation dans les appareils du car. En rouge sont les paramètres à entrer.

- ***Configuration du Codeur CM4101 KYRION (Encodeur de marque ATEME associé avec l'IRD DR8400 – Integrated Receiver/Decodeur)***

<http://www.ateme.com/CM4101>

Se connecter en réseau avec un ordi portable et le navigateur à l'@ IP de l'encodeur1 (COD1F43) :
192.168.49.116

Onglet [System] :

System Name : COD1F43

Physical Interface

MGT Static 192.168.49.116

Masque 255.255.255.0

Onglet [Services] :

Output Tracks :

Video1 > SDI Video

Audio1 > AES/EBU Audio1

Audio2 > AES/EBU Audio2

Type d'entrée son :

SDI Input (Embedded) > disabled

ou External Input > AES

Onglet [Inputs] :

Régler les inputs AES :

Audio1 > PCM Stéréo XLR1

Audio2 > PCM Stéréo XLR2

Onglet [Video Encoders] :

Comp : MPEG4 AVC

MPEG2

Preset : High Quality

Profile : Main(4:2:0 8-bit)

Rate Control Mode : CBR

Bit rate : Auto

GOP Size : 30 Frames

Advanced :

Deblocking Strength [0]

Deblocking Timing SEI

Deblocking AFD SEI

Onglet [Audio Encoders] :

MPEG Layer 2

MPEG AAC

Bit Rate : 384 kbps

Onglet [Muxers] :

MPEG2-TS

Output Mode : CBR

Output Bit Rate : 32,084.976 kbps (donné, à recopier de l'onglet [Interface] du modulateur1)

Packet Size : 188 bytes

Disabled

DVB

Insert Conformance Tables

Onglet [Outputs] :

ASI Outputs

Sauver la configuration (en bas à droite) si jamais le car tombe en panne.

De la même manière configurer identiquement le codeur 2 de rechange si jamais une panne arrive, il a l'@ IP (COD2F43) : 192.168.49.117

- **Configuration du Modulateur AZIMUTH Series DVB-S2 NTC/2280 de marque Newtec AZ410 Modem**

<http://www.newtec.eu/products/professional-equipment/azimuth/modems/broadcast-satellite-modem-az410/>

Se connecter en réseau avec un ordi portable et le navigateur à l'@ IP du modulateur1 (MOD1F43) : 192.168.49.113

Onglet [Interface] :

Estim. Input Bit Rate : 32 ... (always changing)

BBL Eff. : 100%

Interface Bit Rate : 32,084.976 kbits/s

Baseband Interface : ASI_A

ASI Switching Mode : Manual

Baseband Processing : Off

MPEG Framing : External (188)

Onglet [Modulator] :

Occupied Bandwidth : 17,28 MHz (va devenir 4.44 en changeant le symbol rate)

PL Efficiency : 100%

Tx Enabled : **Enabled pour le moment**

Carrier Modulation : **Pure Carrier (porteuse pour l'instant, mettre sur ON quand ce sera le moment)**

Output Frequency : 14.345 MHz (ne change rien)

Output Level : -23 dBm

Symbol Rate : 14.4 Mbaud (à remplacer par 3.7 suivant la fiche technique)

Roll-off Factor : 20% (0.35 en DVB-S, 0,20 en DVB-S2)

ModCod : 8PSK-3/4 (type de modulation et FEC suivant la fiche technique)

Pilots Insertion : Off

PEC Frame Type : Normal

Le calcul se fait automatiquement entre le Symbol rate et Occupied Bandwidth en fonction du facteur de Roll-Off et du type de modulation.

Voir ce calculateur sur le site pour comprendre :

<http://www.satellite-calculations.com/Satellite/bitrates.htm>

Si à droite dans Alarms :

Interface en rouge ou autre en rouge > Problème de communication entre les 2 app.

Sauver la configuration (en bas à droite) si jamais le car tombe en panne.

De la même manière configurer identiquement le modulateur 2 de rechange si jamais une panne arrive, il a l'@ IP (MOD2F43) : 192.168.49.114

3.4. Test d'émission du signal

Sur le lieu de captation, une fois l'antenne réglée, les encodeurs et modulateurs configurés, on prépare l'émission test dont l'horaire est inscrit sur la fiche technique.

Sur le DVB (normalement déjà fait à l'étape précédente) :

Régler la montée > 14,384

Régler la descente > 11,084

Sur l'analyseur de spectre :

Régler l'analyseur (sorte d'oscilloscope) pour y voir centré le pic de la porteuse du signal retour, s'il y avait un signal transmis.

Mettre sur ON la RF 1 ou 2 suivant laquelle est utilisée.

[Appel de la station Globcast : l'opérateur vous demande des informations puis vous guide jusqu'à obtenir la bonne transmission]

- ***APPEL STATION GLOBECAST***

Les choses à indiquer à l'opérateur Globecast :

1. Nom de la station : F43
2. Sur quel satellite est on réglé : AB1 B4 EF(signifie Eco-Fox) 18MHz
3. Lieu : Poitiers
4. Polarité de la porteuse (vérifie et demande correction)
5. Fréquence de la porteuse (vérifie et demande correction)
6. Puissance (vérifie le signal et demande correction)
7. Moduler (Carrier On)

A l'aide du pc portable ou en manuel directement sur le modulateur, passer Carrier Modulation : ON au lieu de Pure Carrier.

On a alors tous le signal (ressemblant à une fonction Porte) au lieu d'un pic (porteuse d'une seule fréquence fondamentale).

[Appel Chaîne : la production vérifie que les signaux sont bien reçus par la chaîne]

- **APPEL CHAINE**

On appelle MaChaîneSport/Cognac Jay pour voir s'ils captent bien.

A faire :

- test de commutation au mélangeur
- test son des 4 canaux (stéréo FR, stéréo ENG) en coupant une par une les 4 pistes pour les identifier à la réception.
- Test délai son : on appelle un caméraman avec un sondier pour faire un clap, à la main, puis les labiales. L'opérateur de la chaîne ou l'opérateur son du car met le délai sur le son pour synchroniser avec la vidéo. Le délai est dû au temps de traitement du mélangeur qui retarde généralement de 2 images, c'est à dire 80ms.
- Test de deux chaînes de transmission : Soit commuter Disable MOD1/Enable MOD2 et tester les 2 amplis (la sommation de MOD1 et MOD2 arrivant dans chaque ampli) en les switchant, soit A soit B, pour envoyer vers l'antenne.

[Stopper la transmission]

- **STOPPER LA TRANSMISSION**

1. Baisser la puissance
2. Couper la modulation (Carrier Pure)
3. Couper la RF (Interrupteur RF)

3.5. Emission du signal pour le direct

L'émission du signal reprend quelques minutes avant le live, par exemple à 19:40 (18:40 GMT) si la prise d'antenne est à 19h50.

Il faut réémettre le signal sans toucher aux réglages fait avec l'opérateur lors du test.

- **REEMETTRE LE SIGNAL**

1. Mettre sur ON la RF 1 ou 2 suivant laquelle est utilisée.
2. A l'aide du pc portable ou en manuel directement sur le modulateur, passer Carrier Modulation : ON au lieu de Pure Carrier.

Une fois l'antenne rendue, à la confirmation de la fin de transmission, on peut stopper la transmission, de la même manière qu'après le test.

3.6. Pliage

- **FERMER L'ANTENNE**

Pour fermer l'antenne, « déverrouiller », puis « repli », et vérifier de l'extérieur si l'antenne se replie bien. Eteindre ensuite le jus.

ANNEXES

Fréquences en MHZ Utilisations

2700 à 3400	Radars S-band, balises radar Racons
3400 à 3475	Téléphone-Alphapage de poche D.E.C.T. en Europe en Numériques
3400 à 3400.1	Radars S-band et Radioamateurs avec équipements à bande étroite en tous modes (Sauf Europe)
3400.1	Radars S-band et Fréquence d'appel radioamateurs (Sauf Europe)
3400.1 à 3402	Radars S-band et Radioamateurs avec équipements à bande étroite en tous modes (Sauf Europe)
3402 à 3420	Radars S-band et Radioamateurs en tous modes (Sauf Europe)
3420 à 3430	Radars S-band et Radioamateurs, communications digitales et numériques (Sauf Europe)
3430 à 3450	Radars S-band et Radioamateurs en tous modes (Sauf Europe)
3450 à 3455	Radars S-band et Radioamateurs, communications digitales et numériques (Sauf Europe)
3455 à 3475	Radars S-band et Radioamateurs en tous modes (Sauf Europe)
3475 à 3500	Radars S-band et Téléphone-Alphapage de poche D.E.C.T. en Europe en Numériques
3500 à 3600	Téléphone-Alphapage de poche D.E.C.T. en Europe en Numériques
3600 à 3630	Réseaux câblés T.V. MMDS, Inmarsat B-C-M vers station terrienne côtière et interconnexions satellites
3630 à 3700	Réseaux câblés T.V. MMDS
3700 à 3800	Réseaux câblés T.V. MMDS et Satellites de télévisions
3800 à 4180	Satellites de télévisions
4180 à 4200	Satellites de télévisions, Inmarsat B-C-M vers station terrienne côtière et interconnexions. satellites
4200 à 5090	Réseaux locaux informatiques, armée, société, presse, ambassade, organisation diverse
5090 à 5250	Stations passerelles terriennes nationales vers satellites (avec 6.875 à 7.025 GHz)
5250 à 5650	Radars
5650 à 5668	Radars et Radioamateurs vers satellites, armée, société, presse, organisation diverse, mobile
5668 à 5668.2	Radars et Radioamateurs en tous modes et radioamateurs vers satellites
5668.200	Radars et Fréquence d'appel radioamateurs, armée, société, presse, organisation diverse, mobile
5668.2 à 5670	Radars et Radioamateurs en tous modes et radioamateurs vers satellites
5670 à 5700	Radars et Radioamateurs, communications digitales et numériques
5700 à 5720	Radars et Télévisions radioamateurs, armée, société, presse, organisation diverse, mobile
5720 à 5760	Radars et Radioamateurs en tous modes, armée, société, presse, organisation diverse, mobile
5760.200	Radars et Fréquence d'appel radioamateurs, armée, société, presse, organisation diverse, mobile
5760.4 à 5760.8	Radars et Radioamateurs avec équipements à bande étroite en tous modes
5760.8 à 5761	Balises et radars, armée, société, presse, organisation diverse, mobile
5761 à 5762	Radars et Radioamateurs avec équipements à bande étroite en tous modes
5762 à 5790	Radars et Radioamateurs en tous modes, armée, société, presse, organisation diverse, mobile
5790 à 5800	Radars et Satellites vers radioamateurs, armée, société, presse, organisation diverse, mobile
5800	Applications Industrielles, scientifiques et médicales I.S.M. et système d'information routière P : 2W
5800 à 5850	Radars et Satellites vers radioamateurs, armée, société, presse, organisation diverse, mobile
5850 à 5925	Télécoms, armée, société, presse, ambassade, organisation diverse, mobile
5925 à 6410	Stations sur Terre vers satellites
6410 à 6425	Terre vers satellites T.V., station terrienne côtière vers Inmarsat B-C-M et interconnexions satellites
6425 à 6454	Radars, station terrienne côtière vers Inmarsat B-C-M et interconnexions satellites
6454 à 6875	Radars, satellites vers stations sur Terre, armée, société, presse, ambassade, organisation diverse
6875 à 7075	Satellites GLOBALSTAR et ICO vers stations terriennes côtière relais sur Terre
7075 à 7250	Radars, satellites vers stations sur Terre, armée, société, presse, ambassade, organisation diverse
7250 à 7375	Militaires et Radars X-band
7375 à 7750	Militaires et Télécoms
7750 à 7900	Militaires
7900 à 8050	Militaires, Faisceaux Hertziens et Radars X-band
8050 à 8500	Militaires, Police, Faisceaux Hertziens et Radars X-band
8500 à 9200	Radioastronomie réception Quasar sur Grande base
9200 à 9500	Transpondeurs radar SART, radioastronomie réception Quasar sur Grande base
9500 à 9880	Radioastronomie réception Quasar sur Grande base
9880 à 9920	Détecteur de mouvements P : 50Mw et radioastronomie réception Quasar sur Grande base
9920 à 10000	Radioastronomie réception Quasar sur Grande base
10000 à 10150	Radioamateurs, communications digitales et numériques, télémétrie biomédicale, radiolocalisation
10150 à 10250	Radioamateurs en tous modes, radiolocalisation
10250 à 10350	Radioamateurs, communications digitales et numériques, télémétrie biomédicale, radiolocalisation
10350 à 10368	Radioamateurs en tous modes, télémétrie biomédicale, radiolocalisation
10368 à 10368.2	Radioamateurs avec équipements bande étroite, balises, télémétrie biomédicale, radiolocalisation
10368.2	Fréquence internationale d'appel avec équipements bande étroites radioamateurs
10368.2à 10370	Radioamateurs en tous modes bande étroite, balises, télémétrie biomédicale, radiolocalisation
10370 à 10450	Radioamateurs en tous modes, télémétrie biomédicale, radiolocalisation
10450 à 10452	Bande internationale d'appel avec équipements larges bandes
10452 à 10500	Radioamateurs par satellites, télémétrie biomédicale, radiolocalisation
10500 à 10570	Militaires, Police, Faisceaux Hertziens
10570 à 10610	Détecteur de mouvements P : 20Mw, Militaires, Police, Faisceaux Hertziens
10610 à 10700	Militaires, Police, Faisceaux Hertziens
10700 à 10900	Mobile vers satellites Eutelsat
10900 à 11700	Mobile vers satellites Eutelsat, Satellites de télévisions Bande Ku-1, satellites SKYBRIDGE
11700 à 11750	Satellites de télévisions Bande Ku-1, satellites SKYBRIDGE
11750 à 12500	Satellites de télévisions Bande Ku-2, satellites SKYBRIDGE
12500 à 12750	Mobile vers satellites Eutelsat, Satellites de télévisions Bande Ku-3, satellites SKYBRIDGE
12750 à 13250	Faisceaux Hertziens, Militaires, Police, Radio diffusion par satellites, satellites SKYBRIDGE
13250 à 14000	Radio diffusion par satellites, satellites SKYBRIDGE
14000 à 14250	armée, société, presse, ambassade, organisation diverse par satellite
14000 à 14250	Satellites Eutelsat vers mobiles (messageries), répéteurs Télécoms 1 Télécoms 2
14250 à 14500	armée, société, presse, ambassade, organisation diverse par satellite, répéteurs Eutelsat Intelat
14500 à 17000	armée, société, presse, ambassade, organisation diverse
17000 à 17700	Réseaux locaux informatiques, armée, société, presse, ambassade, organisation diverse
17700 à 18000	armée, société, presse, ambassade, organisation diverse
18000 à 18800	Satellites de télévisions, armée, société, presse, ambassade, organisation diverse
18800 à 19400	Satellites TELEDISC vers terminaux, armée, société, presse, ambassade, organisation diverse
19400 à 19600	Liaisons satellite station terrienne, société, ambassade, organisation diverse et satellite Iridium
19600 à 21200	Satellites de télévisions, armée, société, presse, ambassade, organisation diverse
21200 à 22000	armée, société, presse, ambassade, organisation diverse
22000 à 23600	Faisceaux Hertziens, Militaires, Police et satellite Iridium
23600 à 24000	Radio astronomie, exploration de la terre par satellite, recherche
24000 à 24048	Radioamateurs par satellites
24048 à 24482	Radioamateurs exclusif et radioamateurs par réflexion sur la lune
24048.200	Fréquence internationale d'appel et radioamateurs par réflexion sur la lune
24048.2 à 24050	Radioamateurs exclusif et radioamateurs par réflexion sur la lune
24050 à 24075	Radioamateurs tous modes large bande et détecteur de mouvements, radars K-band, exploration de la terre par satellite
24075 à 24125	Radioamateurs tous modes large bande et détecteur de mouvements, radars K-band, exploration de la terre par satellite
24125	Applications en I.S.M., Fréquence internationale d'appel avec équipements larges bandes
24125 à 24150	Radioamateurs tous modes larges bandes et détecteur de mouvements, exploration de la terre par satellite, radars K-band
24150	Cinémomètre (radars de mesure des vitesses des véhicules automobiles)
24150 à 24175	Radioamateurs tous modes larges bandes et détecteur de mouvements, exploration de la terre par satellite, radars K-band
24175 à 24191	Radioamateurs tous modes larges bandes et exploration de la terre par satellite, radars K-band
24192.8 à 24193	Balises, Radioamateurs tous modes larges bandes et exploration de la terre par satellite
24194 à 24250	Radioamateurs tous modes larges bandes et exploration de la terre par satellite radars K-band
24250 à 28600	Radars K-band, armée, société, presse, ambassade, organisation diverse
28600 à 29100	Satellites TELEDISC, armée, société, presse, ambassade, organisation diverse
29100 à 29400	Téléphones vers satellites et téléphone vers satellite Iridium
29400 à 29600	Liaisons satellite vers station terrienne
29600 à 31000	Radars K-band, armée, société, presse, ambassade, organisation diverse

Références matériel :

- Tandberg 5740 encodeur
- insert GSM
- Rhode and Schwarz pour l'analyseur de spectre
- Paradise (BUC/Ampli) : <http://www.paradisedata.com/>

Sislive.fr :

Car SNG automatisé, des logiciels permettent de diriger l'antenne automatiquement, en donnant la direction du car (angle du car par rapport au sud) puis l'azimut et l'élévation que l'on trouve sur internet. Le processus d'émission est aussi automatique, il suffit d'appuyer sur un bouton.

Pour les réservations il existe le site ubook.fr.

N-1 :

tout le PGM en retour sauf avec le son provenant de l'extérieur mais pas le son venant du tournage, pour éviter les échos dans les oreillettes des journalistes.

Alphabet militaire :

L'alphabet phonétique de l'OTAN est utilisé pour ne pas faire d'erreur lors de la communication avec l'opérateur : Alpha / Bravo / Charlie / Delta / Echo / Foxtrot / Golf / Hotel / India / Juliett / Kilo / Lima / Mike / November / Oscar / Papa / Quebec / Romeo / Sierra / Tango / Uniform / Victor / Whiskey / X-ray / Yankee / Zulu

On dira donc transpondeur Bravo 5 canal Echo 1.

Liens :

<http://www.satsig.net/symbol01.htm>

<http://www.advantechwireless.com/wp-content/uploads/DVB-S2-theory.pdf>

