

# Chapitre 1 Etude comparative entre DVB-S et DVB-S2

## 1. Introduction

L'essor de communication a ouvert de nouvelles perspectives pour les services de diffusion d'images. Les différentes techniques de compression mises en oeuvre permettent de diminuer considérablement les débits binaires. Cependant, des limitations existent encore, tant sur le plan technique que sur le plan économique.

Le standard DVB-S est l'un des premiers standards qui ont été proposés pour la diffusion numérique, c'est un standard de diffusion numérique par satellite. Et depuis son introduction, il n'a pas arrêté d'évoluer jusqu'à l'adoption du nouveau standard en 2004, le DVB-S2. Pour la transmission TV, le DVB-S2 offre 30% de bande passante supplémentaire par rapport aux standards satellites traditionnels, ce qui a permis d'augmenter le nombre de chaînes à transmettre à partir d'un émetteur 33 MHz classique. Le DVB-S2 a permis aussi de développer des nouveaux services comme l'accès internet haut débit en zone rurale inaccessible aux autres réseaux haut débit.

## 2. Présentation du standard DVB

L'extinction de la diffusion analogique peut être considérée comme la simple conséquence de l'introduction et du développement de la diffusion numérique. Une meilleure technologie prend la place de l'ancienne. En effet la diffusion numérique présente de nombreux avantages par rapport à la diffusion analogique : elle donne la possibilité de diffuser une image et un son de meilleure qualité, elle permet de transmettre plus de chaînes ou de données dans les mêmes bandes de fréquences et diminue ainsi le coût de la transmission d'un facteur de 5 à 8; elle permet de transmettre une importante quantité de données associées aux programmes, autorisant des fonctionnalités de « télévision interactive ».

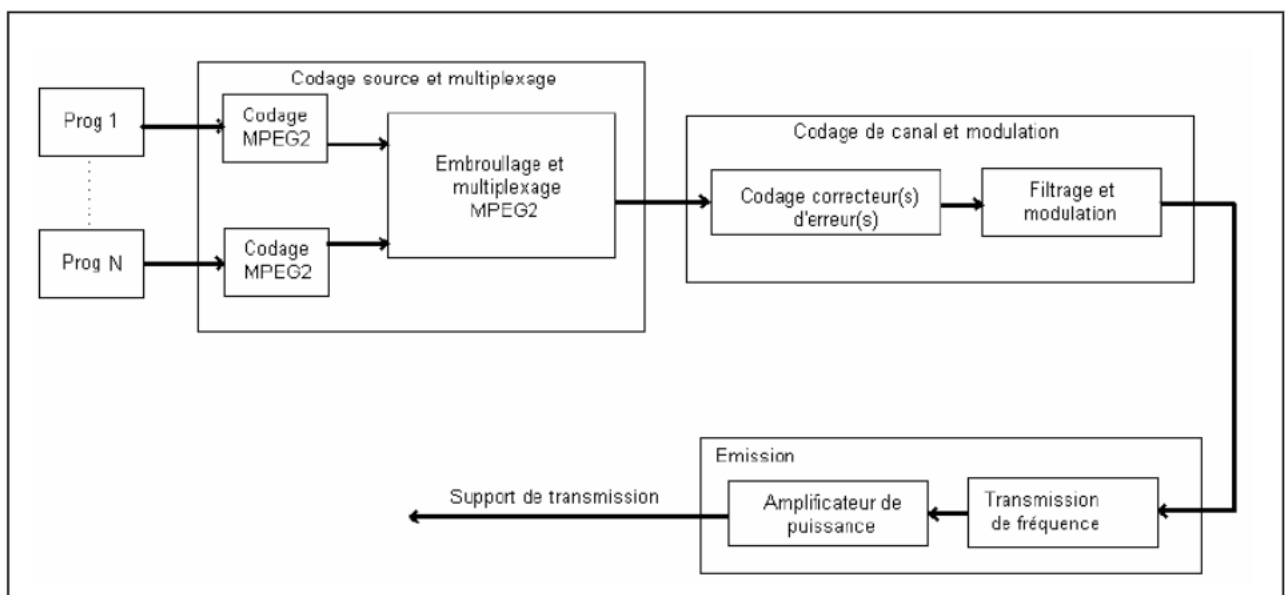
Deux principaux standards ont été développés, la première en Amérique: le HDTV (High Definition TV) et la deuxième en Europe, le DVB (*Digital Video Broadcasting*). Les principales différences de ces standards sont au niveau du modem et de l'encodeur audio. Mais même en présence de cette concurrence, le DVB a pu s'imposer comme unique standard global de radiodiffusion TV numérique.

Ce standard européen, le DVB, a été fondé en 1993 pour répondre aux besoins de l'Europe et le monde des services de communication. Il est produit par le comité, JTC (Joint Technical Committee), l'union européenne de diffusion, EBU (European Broadcasting Union), le comité

européen de normalisation, CENELEC (Comité Européen de Normalisation ELECtrique) et l'institut européen des standards des télécommunications, ETSI (European Telecommunications Standards Institute).

Ce standard européen de diffusion numérique pour la télévision, est associé au format de compression MPEG (Motion Picture Expert Group). Les propriétés du signal sont définies suivant le support de transmission. En effet, plusieurs standards ont été définis. Dans la suite nous détaillerons quelques uns.

La chaîne de transmission exige la mise en oeuvre des techniques numériques de codage, de multiplexage des données et de modulation. Les différents blocs de la chaîne de transmission sont décrits dans la figure 1 et seront détaillés dans la suite.



**Figure 1: Schéma synoptique d'une chaîne d'émission TV numérique**

## **2.1. Codage source**

Le codage source a pour but de réduire la quantité d'information transmise.

Pour l'image, le codage source fait intervenir en matière de compression de signaux, le découpage de l'image en blocs, la prédiction temporelle et la compensation du mouvement, la quantification et le codage à longueur variable. La norme prend en compte le balayage entrelacé propre au système de TV et permet un débit compris entre 2Mbps et 20Mbps.

Dans le domaine son, le codage source peut s'effectuer en monophonie ou en stéréophonie selon le cas en utilisant plusieurs fréquences d'échantillonnage. Nous pouvons également coder simultanément plusieurs voies.

## **2.2. Codage canal**

Les opérations de codage de canal ont pour objet de préparer le signal avant l'émission. Elles comprennent essentiellement la dispersion d'énergie (brassage), le codage correcteur d'erreur et l'entrelacement.

Les signaux codés, des différents composants (sons, données et images) de plusieurs programmes, sont alors multiplexés. Le signal binaire résultant, transporte toutes les informations de synchronisation des différentes composantes des programmes.

L'entrelacement est une opération dont le but est de rendre le signal le plus aléatoire possible, l'intérêt est d'éviter les longues suites des « zéros » ou des « uns » qui créent une raie à forte énergie dans le spectre.

Pour le codage correcteur d'erreur, plusieurs algorithmes sont disponibles suivant l'application.

Parmi les codes correcteurs d'erreur on trouve le codage RS (Reed-SOLOMON), le codage LDPC (Low Density Parity Check),...

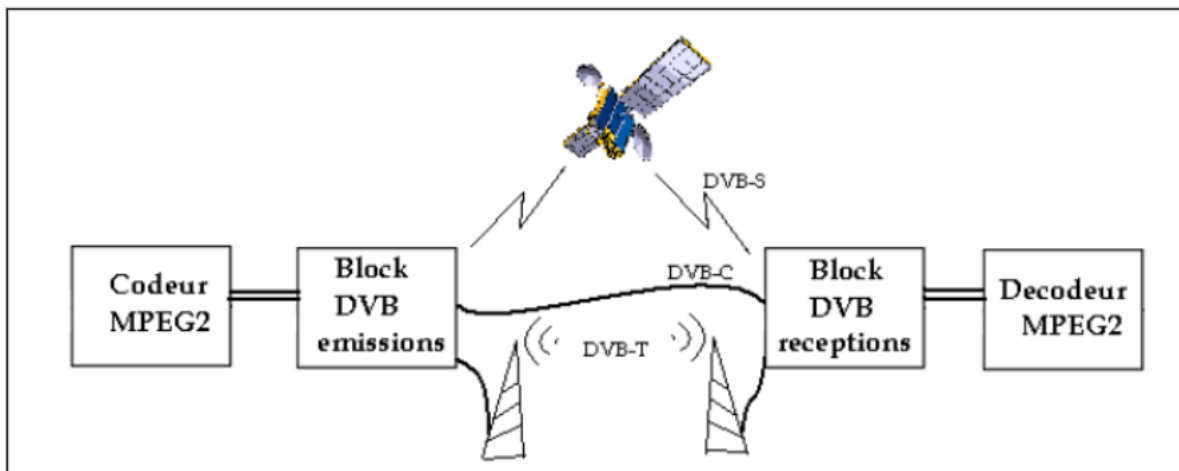
Pour des raisons techniques ou de rentabilité, l'acheminement d'une information numérique, ne peut pas toujours se faire en bande de base. L'utilisation d'une fréquence porteuse est alors nécessaire. La modulation est l'opération qui fait correspondre à chaque niveau du signal numérique, un état d'amplitude, de fréquence ou de phase d'une onde porteuse.

Le choix d'une modulation numérique dépend de :

- L'occupation spectrale.
- La résistance aux distorsions et aux diverses perturbations.
- La simplicité de réalisation des systèmes de modulation et de démodulation.

## **3. Les sous standards de la diffusion numérique**

Ces standards de diffusion numérique pour la télévision se déclinent en fonction des supports de diffusion. Plusieurs sous standards ont été définis : le DVB-S pour la diffusion par satellite, le DVB-C (DVB digital Cable delivery system) pour la diffusion par câble, le DVB-T (DVB Terrestrial transmission standard) pour la diffusion terrestre... . La figure 2 présente des exemples de supports de diffusion numériques.



**Figure 2: Standards de diffusion numérique**

### **3.1. Standard de diffusion numérique terrestre (DVB-T)**

Le standard DVB-T définit une méthode de transmission des signaux de télévision MPEG2 conforme aux caractéristiques spécifiques du canal de transmission dans l'espace. La largeur de canal est très réduite : 8 MHz.

Elle a recours à la modulation OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) qui utilise des porteuses à bande étroite orthogonales entre elles. Les contraintes sur le DVB-T sont grandes et ont une influence importante sur la couverture et la puissance du signal transmis, mais il présente l'avantage de pouvoir réaliser des réseaux mono-fréquence.

### **3.2. Transmission par câble (DVB-C)**

C'est un standard pour la diffusion de vidéo numérique par câble. A l'origine, le DVB-C a été conçu pour assurer la continuité des émissions par satellite, maintenant, il a un large domaine d'application. Le câble coaxial, la fibre optique et les techniques mixtes de câblage se prêtent bien à l'acheminement des signaux de télévision. Le câble est un milieu bien protégé mais à bande réduite.

Donc la modulation choisie est une modulation à efficacité maximale, c'est-à-dire transportant un maximum de bits par symbole, c'est la modulation du type QAM, à 16, 32 ou 64 états. Le développement d'autres modulations plus performantes, comme le QAM-128 et la QAM-256, est actuellement à l'ordre du jour. Un décodeur sera équipé d'un circuit correcteur d'échos afin de compenser des échos courts liés à des désadaptations dans la connectique ou les éléments passifs.

La largeur des bandes d'un canal en matière de transmission sur câble est de l'ordre de 7 à 8MHz.

Cette faible largeur constitue l'une des difficultés les plus importantes en ce qui concerne la transmission des signaux numériques de télévision.

### 3.3. Diffusion pour les téléphones mobile (DVB-H)

DVB-H correspond à «Digital Video Broadcasting Handheld», qui n'est pas très répandue, mais avec la 3<sup>ème</sup> génération de la communication mobile, le DVB-H peut être devenue indispensable. Il repose sur le même principe que la technologie DVB-T : les paquets DVB-H sont encapsulés sur des paquets DVB-T.

Le standard DVB-H a été développée pour répondre aux besoins et aux capacités des téléphones mobiles qui sont limités à cause de la taille réduite du mobile, contrairement au cas de DVB-T, où on dispose des équipements suffisants (télévision, antenne,...).

Une autre différence importante entre DVB-T et DVB-H est la capacité de transmission et de réception. Dans le premier standard, en utilisant la technologie DVB-T, une chaîne de télévision sera transmise sous un format MPEG-2 et utilisera une bande passante de 4 à 5 Mbits, alors que pour le deuxième standard, en utilisant la technologie DVB-H, la même chaîne de télévision sera transmise en utilisant une bande passante de 128 à 384 kbps, soit environ 10 à 20 fois moins. Cela s'explique par l'encapsulation des données du standard DVB-H dans des paquets DVB-T comme l'indique la figure 3.

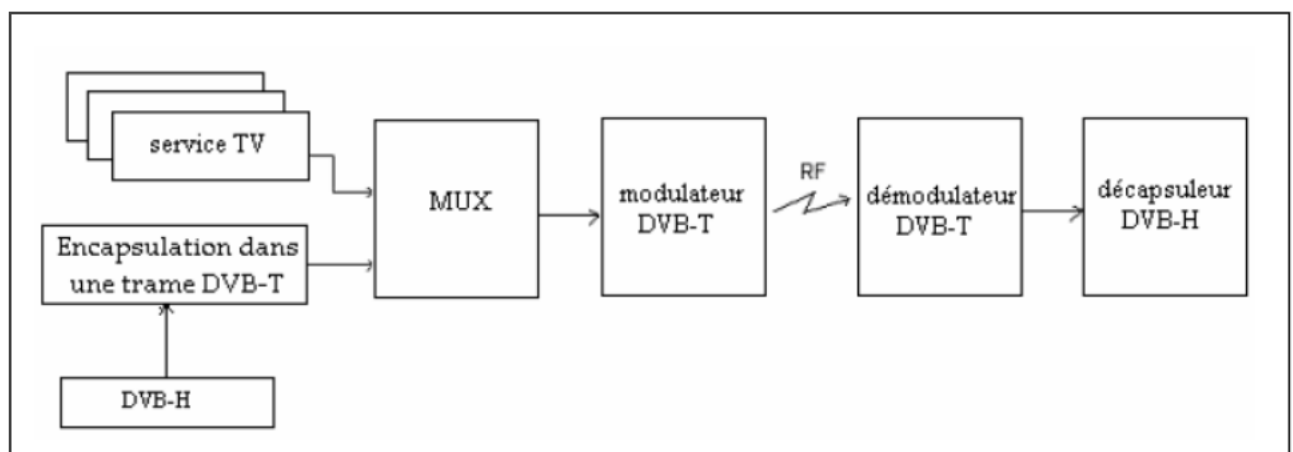


Figure 3: Encapsulation de l'information DVB-H en DVB-T

### 3.4. Transmission par satellites (DVB-S)

Le DVB-S est un standard défini pour la transmission par satellite. Ce standard a attiré l'intérêt des opérateurs et des chercheurs dans le domaine de communications en vu de sa bande large et des contraintes non strictes par rapports aux autres supports de transmissions.

Le DVB-S a pris un succès depuis 1994 et les émissions ont débuté depuis 1996 pour les premiers opérateurs commerciaux. C'est un standard de diffusion relativement simple qui

utilise la modulation QPSK (Quaternary Phase Shift Keying). Il utilise des canaux relativement larges (33 ou 36 MHz). Un code correcteur d'erreurs interne, dit de VITERBI est utilisé pour corriger les effets négatifs de la réception par satellite.

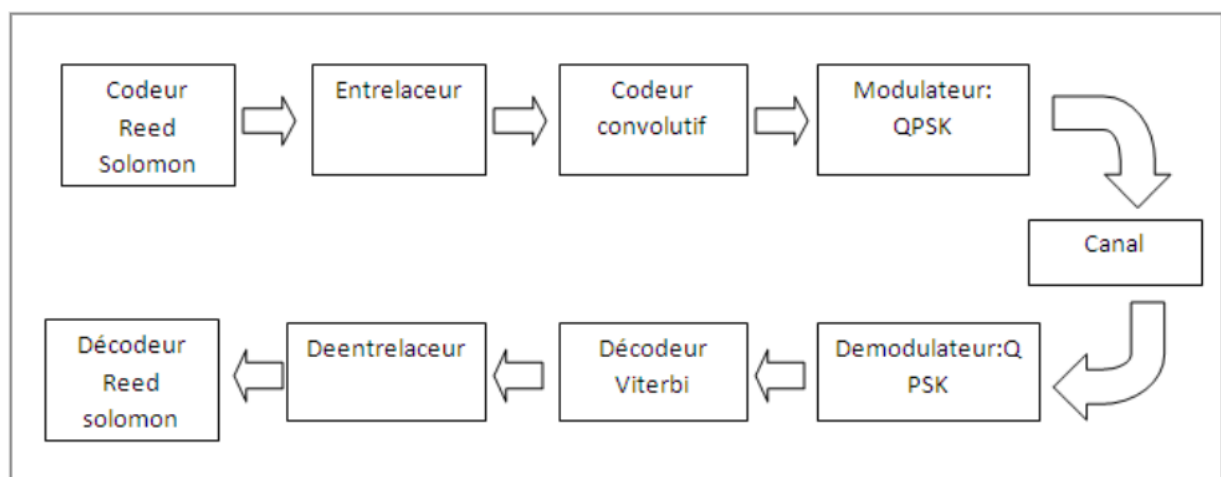
Cette norme tient compte des caractéristiques d'une transmission satellitaire :

- La bande disponible est relativement large : de 26 à 36 MHz,
- Le canal est de type AWGN (*Additive White Gaussian Noise*),
- Le signal est fortement atténué et dominé par le bruit,
- La transmission est en ligne directe.

Une deuxième version de DVB-S a été proposée en 1997, c'est le standard DVB-DSNG (DVB, Digital Satellite News Gathering). Il introduit en plus, la modulation 8PSK et 16QAM (16 Quadrature Amplitude Modulation) et les services payants. Mais avec la progression technologique et les nouvelles exigences, le DVB-S et le DVB-DSNG n'arrivent pas à satisfaire beaucoup les nouveaux besoins. D'où la nécessité d'un nouveau standard qui soit plus flexible et plus performant. Le DVB-S2 est le nouveau standard qui vient pour répondre à ces besoins actuels dans le domaine de communication.

#### 3.4.1. La chaîne de transmission de DVB-S

Le schéma de codage du canal du DVB-S est très particulier et il porte le nom de **schéma de codage concaténé** :



**Figure 4: La chaîne de transmission DVB-S**

#### 3.4.2. Principaux paramètres d'une chaîne d'émission/réception DVB-S

Le tableau 1 résume les principales caractéristiques d'une chaîne d'émission/réception DVB-S comme c'est présenté par la figure 4.

Les différents blocs composant la chaîne d'émission-réception doivent être configurés de sorte à obtenir une continuité des signaux durant la transmission et d'apporter à cette

dernière une robustesse vis-à-vis des erreurs pouvant intervenir durant la communication dans le canal bruité.

**Tableau 1: Principaux paramètres d'une chaîne DVB-S**

Paramètres d'une chaîne DVB-S	
Codage vidéo	MPEG-2
Codage Audio	MPEG-1
Longueur des paquets transportés	188 octets
Polynôme de brouillage	$1+X^{14}+X^{15}$
Codeur de Reed-Solomon	204, 188, T=8
Entrelacement convolutif	12 blocs
Codeur convolutif	171, 133
Modulation	QPSK
Roll-off	0,35
Largeur du canal	de 26 à 36 MHz
Débit	23,7 à 41,5 Mb/s

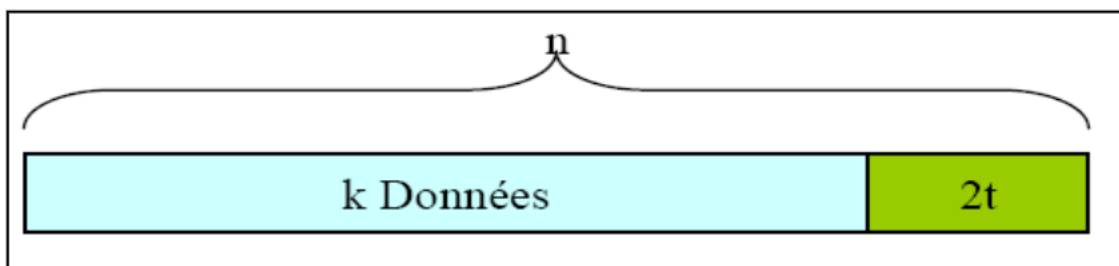
### 3.4.3. Le codeur Reed Solomon

Le **code de Reed-Solomon** est un code détecteur et correcteur. Ce code est basé sur les **corps de Galois** dont le principe est de construire un polynôme formel à partir des symboles à transmettre et de le sur-échantillonner. Le résultat est alors envoyé, au lieu des symboles originaux. La redondance du sur-échantillonnage permet au récepteur du message encodé de reconstruire le polynôme même s'il y a eu des erreurs pendant la transmission.

Ces codes ont une propriété importante, ils sont linéaires et font partie des codes BCH.

Le codeur prend  $k$  symboles de donnée (chaque symbole contenant  $s$  bits) et calcule les informations de contrôle pour construire  $n$  symboles, ce qui donne  $n-k$  symboles de contrôle.

Le décodeur peut corriger au maximum  $t$  symboles, ou  $2t=n-k$ .



**Figure 5: Mot-code de Reed Solomon**

#### 3.4.4. L'entrelaceur

A l'émission, les octets d'un paquet sont répartis dans d'autres paquets, ce qui permet d'éviter d'avoir à corriger une longue suite de bits (ou octets) faux consécutifs. L'entrelacement permet de répartir les erreurs sur plusieurs paquets, facilitant ainsi la détection et la correction d'erreurs du décodeur RS.

Le principe de l'entrelaceur convolutif utilise plusieurs registres à décalages qui vont induire un retard. L'entrelaceur utilise deux paramètres : le nombre de branches  $K$  et la profondeur  $T$  (en octet) du registre à décalage de base.

#### 3.4.5. Le codeur convolutif

Les codes convolutifs, introduits en 1955 par Elias, peuvent être considérés comme un cas particulier des codes en bloc linéaires, mais un point de vue plus large nous fera découvrir que la structure convolutive additionnelle munit le code linéaire de propriétés favorables qui facilitent à la fois son codage et améliorent ses performances. Les codes convolutifs forment une classe extrêmement souple et efficace de codes correcteurs d'erreurs. Ce sont les codes les plus utilisés dans les systèmes de télécommunications fixes et mobiles. Théoriquement, ils ont les mêmes caractéristiques que les codes en blocs sauf pour la valeur de leur dimension et leur longueur. Les codes convolutifs s'appliquent sur des séquences infinies de symboles d'information et génèrent des séquences infinies de symboles codés.

##### Principe :

Un *codeur convolutif binaire* génère les  $m_0$  bits de contrôle chaque fois que l'on présente  $k_0$  bits d'information à son entrée. Contrairement au codes en blocs, les  $n_0 = k_0 + m_0$  bits de sortie ne dépendent pas seulement du bloc de  $k_0$  bits à l'entrée du codeur, mais aussi des  $m-1$  blocs précédents. Si le nombre  $m$  s'appelle *contrainte*, alors le nombre :  $n = m * n_0$  s'appelle *longueur de contrainte*.

Le principe général du codage convolutif est illustré par la figure 6. Ainsi le *codeur convolutif est constitué d'un registre à décalage* à  $k_0 * (m-1)$  étages qui mémorise les derniers  $m-1$  blocs de  $k_0$  bits d'information, d'une logique combinatoire qui calcule le bloc de  $n_0$  bits fournis par le codeur et d'un convertisseur parallèle/série.

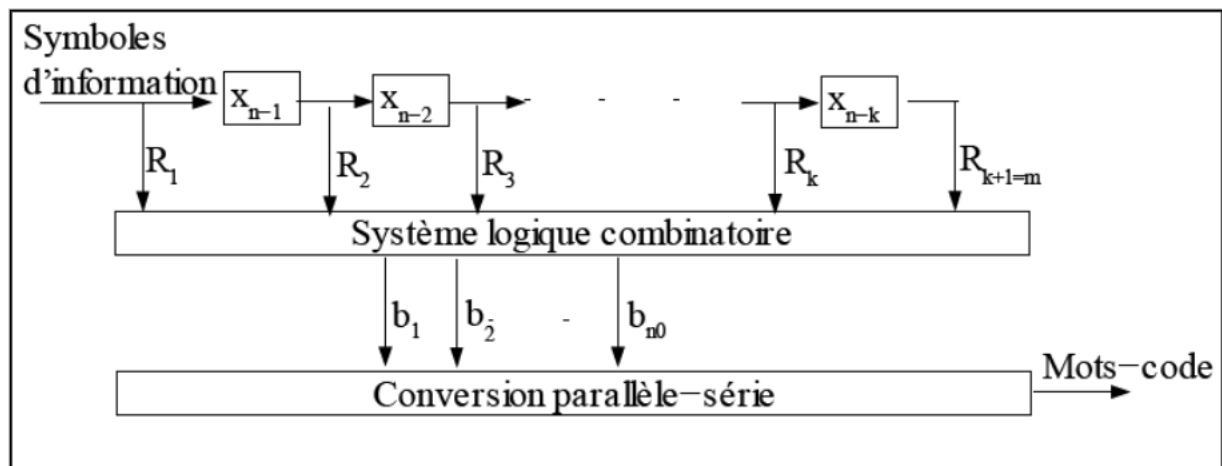


Figure 6: Le principe général du codage convolutif

### 3.4.6. Le modulateur QPSK

Pour transmettre des signaux MPEG-2 sur un transpondeur satellite, on utilise le QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) pour moduler les informations numériques sur la fréquence porteuse.

Plutôt que d'utiliser l'amplitude ou la fréquence de la porteuse pour transporter l'information, QPSK module la phase de la porteuse. En fonction des données à moduler, la porteuse est forcée dans une des quatre phases possibles, aussi appelée symbole. Le grand avantage de cette méthode est que chaque symbole code deux bits de données, donc double la quantité potentielle de données qui serait transmise avec une modulation d'amplitude ou de fréquence.

Les dessins ci-dessous illustrent une implémentation typique de QPSK:

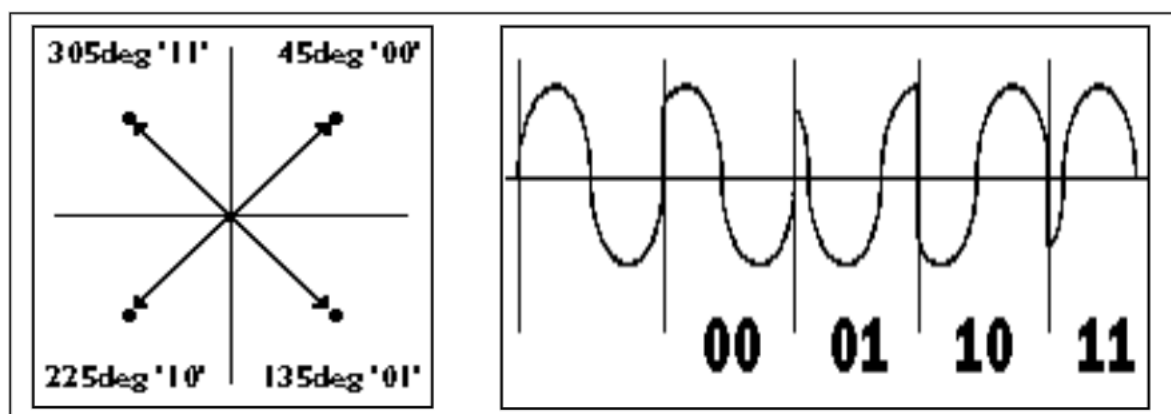


Figure 7: La modulation QPSK

La figure 7 montre chaque paire possible de bits de données représentée par un angle de phase différent et un exemple de signal QPSK.

A cause de l'utilisation du QPSK, le débit des données sont exprimés en débit symbole (symbol rate) plutôt qu'en débit binaire (bit rate). Dans le cas de la modulation QPSK, le débit

binaire est deux fois le débit symbole. Par exemple un SR de 20MS/s (20 méga-symboles par seconde) équivaut à un débit binaire de 40Mb/s (40 mega-bits par seconde).

### 3.5. Le Standard DVB-S2

Le standard DVB-S2 représente une évolution de la diffusion numérique pour la télévision. Avec les nouveautés apportées, nous avons gagné en efficacité spectrale d'une valeur de l'ordre 25% à 30% par rapport aux standards existants équivalents, en plus des nouvelles applications introduites.

Cet apport par le standard DVB-S2 s'explique par les modifications introduites au niveau codage et modulation. Le tableau 2 représente les principales différences du standard DVB S2 avec le DVB-S et le DVB-DSNG.

**Tableau 2: Evolution du standard de communication par satellite**

Année	1994	1997	2003
Standard	DVB-S	DVB-DSNG	DVB-S2
Mode de codage et de modulation	CCM	VCM	ACM
Codage	Viterbi, Reed Solomon	Viterbi, Reed Solomon	LDPC, BCH
Modulation	QPSK	QPSK, 8PSK	QPSK, 8PSK, 16APSK, 32APSK
Format des données	MPEG2	MPEG2, donnés	MPEG2, MPEG4, donnés

Ces modifications introduites pour le standard DVB-S2, ont permis d'attendre une performance remarquable que nous allons détailler dans la suite.

#### 3.5.1. Caractéristiques du DVB-S2

Les différentes caractéristiques du standard DVB-S2 sont présentées ci-dessus :

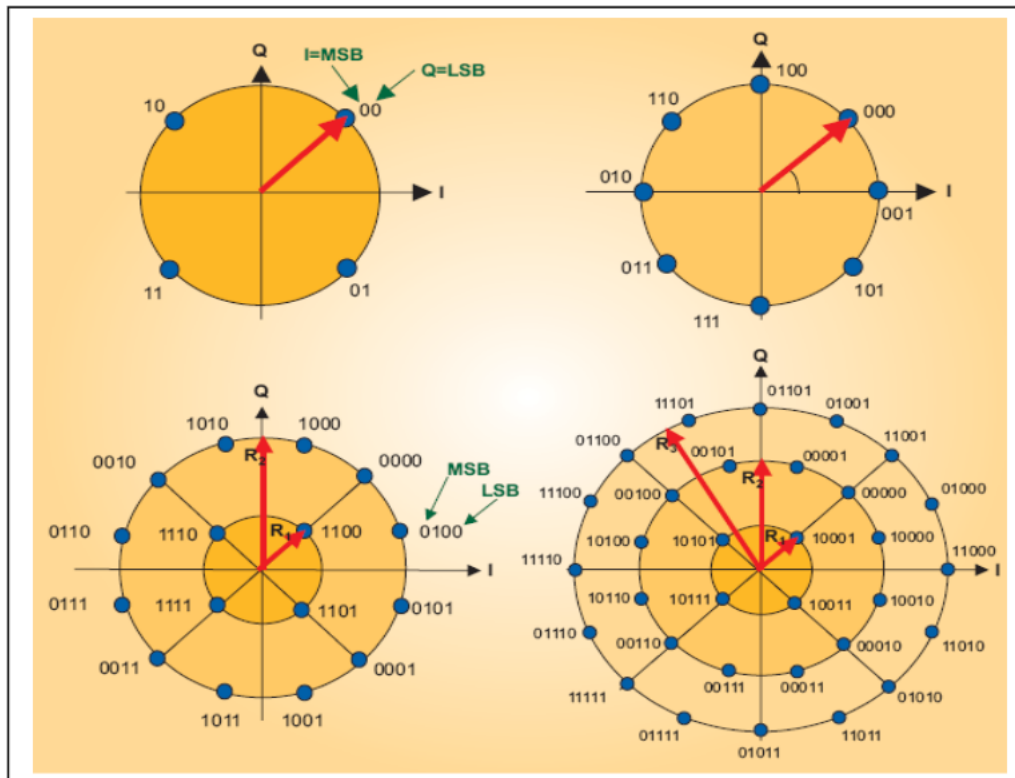
- *Codage avancé*

Le codage canal adopté est une concaténation d'un code en bloc BCH (Bose-Chaudhuri-Hochquenghem code) et d'un code LDPC. Le code LDPC est un code linéaire caractérisé par sa grande capacité de détection d'erreur. Mais bien que ce code soit connu par sa complexité à cause de son besoin intense en mémoire, les problèmes posés par leur intégration matérielle commencent à être abordés.

- *Ordre de modulation supérieure*

Le standard DVB-S n'a défini que deux modulations qui sont le BPSK (Binary Phase Shift Keying) et le QPSK. Alors que quatre schémas de modulation sont proposés par le DVB-S2, ces schémas sont donnés par les modulations QPSK, 8PSK, 16 APSK et 32 APSK, qui sont

présentés par la figure 8. L'ordre élevé de la modulation permet d'augmenter l'efficacité spectrale.



**Figure 8: Constellations DVB-S2 avant brouillage des couches physiques**

En général, les modes MDPQ et 8-PSK sont utilisés dans les applications de radiodiffusion, car ces modulations se caractérisent par une enveloppe pratiquement constante et elles peuvent être utilisées dans des répéteurs satellites non linéaires portés à quasi-saturation.

Les modes 16-APSK et 32-APSK, axés principalement sur des applications professionnelles, peuvent être aussi utilisés pour la radiodiffusion, mais exigent un niveau plus élevé du rapport C/N disponible ainsi que des méthodes de préaccentuation pointues dans la station d'émission afin de minimiser l'effet de la non-linéarité du répéteur.

Bien que ces modes se caractérisent par un rendement énergétique moindre, ils offrent une efficacité spectrale nettement supérieure. Les constellations 16-APSK et 32-APSK ont été optimisées pour fonctionner sur un répéteur non linéaire en plaçant les points sur des cercles.

- **Plusieurs formats de données**

Le standard DVB-S2 supporte des formats MPEG-4 et des formats génériques comme IP, ATM, ce qui permet de transmettre les données sous leurs formats naturels, sans besoin de les encapsuler dans des trames MPEG.

- **Modulation et codage Variable**

Afin de garantir la qualité de service requise par les différentes applications et d'exploiter les ressources spectrales d'une manière plus efficace, le DVB-S2 adopte à la fois un codage variable et une constellation variable. Les différentes possibilités de modulation et de taux de codage sont données dans le tableau 3.

Modulation	Taux de codage
QPSK	1/4, 1/3, 2/5, 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 9/10
8PSK	3/5, 2/3, 3/4, 5/6, 8/9 et 9/10
16APSK	2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9 et 9/10
32APSK	3/4, 4/5, 5/6, 8/9 et 9/10

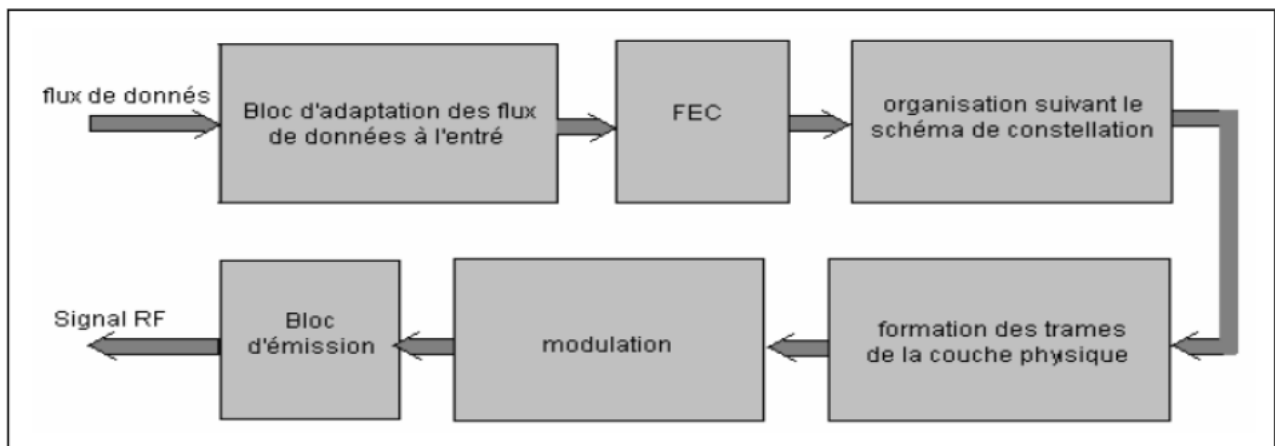
**Tableau 3: Modulation et taux de codage utilisés**

- **Modulation et codage adaptatif**

Le standard DVB-S2 permet de fournir des services interactifs en plus de la modulation et du codage variable : un canal de retour est utilisé pour réaliser la modulation et le codage adaptatif : ACM (Adaptive Coding and Modulation). Cette technique a permis une protection des canaux plus grande et une augmentation de la capacité de transmission, en plus de l'introduction de nouveaux services.

- **Chaîne de transmission DVB-S2**

Le système de transmission DVB-S2 est formé par des blocs pratiques qui assurent l'adaptation entre les flux d'entrées qui peuvent être des flux de transport MPEG ou des sources de données génériques et le signal RF à la sortie. Comme c'est montré dans la figure 9, la chaîne de transmission est formée des séquences de bloc que nous allons les décrire ci-dessous.



**Figure 9: Système de transmission DVB-S2**

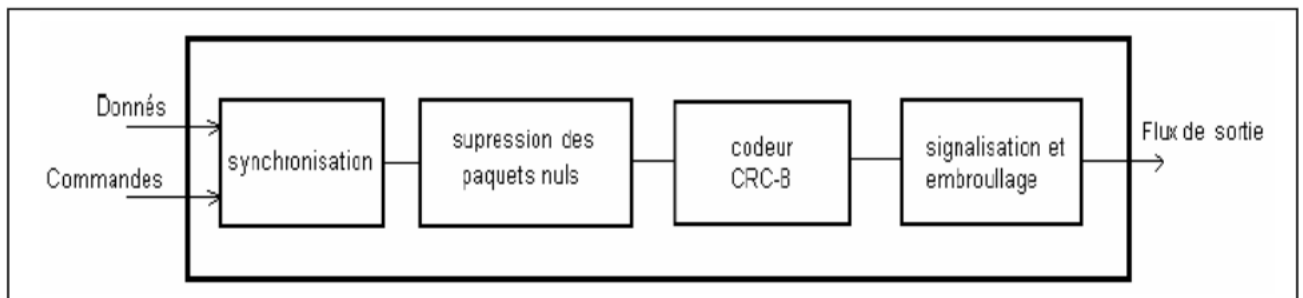
- **Bloc d'adaptation**

C'est une interface d'entrée qui assure l'adaptation et la synchronisation des flux entrants. Il donne comme sortie des paquets de longueurs fixes UPL=188x8 bits (User Packet Length). Les types de données à l'entrée et à la sortie de ce bloc sont donnés dans le tableau 4.

Interface	Interface Type	Connexion
Entré	MPEG [1,4]	Multiplixeur MPEG
Entré	Données génériques	Source de donnés
Entré	Commande ACM	Unité de contrôle
Sortie	Trames de données	Bloc de réception

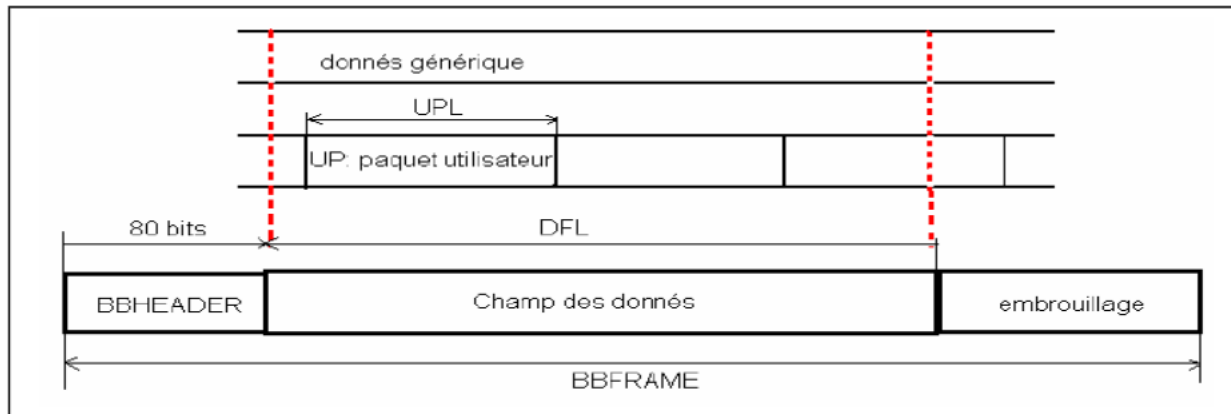
**Tableau 4: Type de données pour un système de transmission DVB-S2**

L'adaptation passe par plusieurs étapes dont la première étape est la synchronisation. Cet étage a pour but d'assurer un débit constant. La deuxième étape est la suppression des paquets nuls du flux MPEG après identification, ce qui permet de réduire le taux des données et d'augmenter le taux de protection. Les paquets nuls supprimés seront insérés dans leurs positions d'origine dans le récepteur. Ensuite, l'information passe par un codeur pour la détection d'erreur CRC-8 (Cyclic Redundancy Check). Les différentes étapes du bloc d'adaptation sont présentées par la figure 10.



**Figure 10: Bloc d'adaptation**

Les données sont, ensuite, regroupées dans des champs plus grands : DF (Data Field), pour lesquelles nous ajoutons des informations de signalisation de longueur fixe (80 bits) pour obtenir la trame BBFRAME (Base Band Frame), comme c'est montré dans la figure 11.



**Figure 11: Trame BBFRAME**

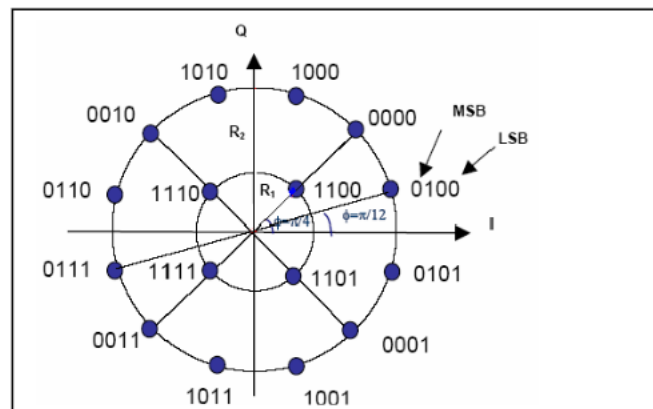
- **Codeur FEC**

La correction d'erreur directe (FEC) est le sous-système fondamental pour obtenir d'excellentes performances par satellite, avec des niveaux de bruit et de brouillage particulièrement élevés.

Dans ce bloc nous appliquons les codes retenus par le standard DVB-S2 qui sont les codes BCH et LDPC avec un taux de codage qui peut être  $1/4$ ,  $1/3$ ,  $2/5$ ,  $1/2$ ,  $3/5$ ,  $2/3$ ,  $3/4$ ,  $4/5$ ,  $5/6$ ,  $8/9$  ou  $9/10$ . Le nombre total des bits de la trame de sortie doit être constant, égale soit à 64800 ou à 16200. Les codes BCH (Bose Chaudhuri Hocquenghem) externes concaténés permettent d'éviter les effets de seuil (d'erreur) dans le cas de faible taux d'erreur binaire (TEB).

- **Organisation suivant le schéma de constellation**

Ce bloc a pour fonction la génération des symboles suivant le type de modulation adopté. Par exemple, et comme le montre le schéma de constellation 16APSK dans la figure 8, les bits sont regroupés en des symboles de 4 bits.



**Figure 12: Schéma de constellation 16APSK**

- **Bloc de formation des trames de la couche physique**

Dans ce bloc le flux d'entrée sera coupé en slots de taille 90 symboles. Après chaque groupe de 16 slots, nous ajoutons un entête qui contient des informations de signalisations.

- **La modulation**

Dans ce bloc, le signal va être transformé de la bande de base vers la bande RF d'émission.

Avant l'émission on filtre notre signal par un filtre en racine de Cosinus Surélevé avec un facteur de roll-off de 0.35, 0.25 ou 0.2.

La chaîne de transmission du standard DVB-S2 ainsi défini, permet donc de générer un signal bien protégé et à débit plus important que celui du standard DVB-S.

### 3.5.2. Applications du DVB-S2

Le système DVB-S2 a été conçu pour plusieurs applications satellitaires large bande :

- radiodiffusion de la télévision SD et HD ;
- services interactifs, y compris l'accès Internet, pour les applications grand public ;
- applications professionnelles, telles que les liaisons TV de contribution et le journalisme électronique par satellite ;
- transmission de contenus TV vers des émetteurs VHF/UHF terrestres ;
- transmission de contenus de données et agrégation de liens Internet (trunking).

## 4. Etude comparative de DVB-S et DVB-S2

La comparaison entre les deux normes DVB-S et DVB-S2 se résume dans les tableaux 5 et 6.

**Tableau 5: Les paramètres de comparaison du DVB-S et DVB-S2**

<i>Standard</i>	<i>DVB-S</i>	<i>DVB-S2</i>
<i>Codage</i>	Viterbi, Reed Solomon	LDPC, BCH
<i>Modulation</i>	QPSK	QPSK, 8PSK, 16APSK, 32APSK
<i>Mode de codage et de modulation</i>	CCM	ACM
<i>Formats des données</i>	MPEG-2	MPEG-2, MPEG-4, données
<i>Facteur de décroissance (Roll-Off)</i>	0.35	0.35, 0.25, 0.2
<i>Débit binaire</i>	23.7 à 41.5 Mb/s	36 à 51 Mb/s

**Tableau 6: Comparaison entre le DVB-S et le DVB-S2 pour 2 valeurs de PIRE du satellite**

p.i.r.e du satellite (dBW)	51		53,7	
Système	DVB-S	DVB-S2	DVB-S	DVB-S2
Modulation et codage	MDPQ 2/3	MDPQ 3/4	MDPQ 7/8	8-PSK 2/3
Débit de symbole (Mbaud)	27,5 ( = 0,35)	30,9 ( = 0, 0)	27,5 ( = 0,35)	29,7 ( = 0,25)
Porteuse/bruit (en 27,5 MHz) (dB)	5,1	5,1	7,8	7,8
Débits binaires utiles (Mbit/s)	33,8	46 (gain = 36 %)	44,4	58,8 (gain = 32 %)
Nombre de programmes SDTV	7 MPEG-2	10 MPEG-2	10 MPEG-2	13 MPEG-2
	15 AVC	21 AVC	20 AVC	26 AVC
Nombre de programmes HDTV	1-2 MPEG-2	2 MPEG-2	2 MPEG-2	3 MPEG-2
	3 - 4 AVC	5 AVC	5 AVC	6 AVC

- La spécification de la norme DVB-S2 tourne autour de trois concepts clés : les meilleures performances de transmission, une souplesse totale et une complexité raisonnable du récepteur. Pour parvenir à un juste équilibre entre performances et souplesse, se traduisant concrètement par un gain de capacité d'environ 30 % par rapport à la DVB-S, la DVB-S2 intègre les derniers progrès en matière de modulation et de codage canal.
- La norme DVB-S ne définissait que la modulation QPSK pour la distribution des services de télédiffusion et de radiodiffusion de données par satellite, ce qui imposait une limite aux applications professionnelles fonctionnant avec des antennes plus grosses et à des débits de symbole inférieurs, avec transpondeurs en mode de recul. L'infrastructure professionnelle qui était déjà en place, nécessitait des débits plus grands et était en mesure d'accepter des schémas de modulation plus évolués avec des seuils plus élevés, c'est pourquoi quatre schémas de modulation sont proposés par le DVB-S2, ces schémas sont donnés par les modulations QPSK, 8PSK, 16 APSK et 32 APSK. L'ordre élevé de la modulation permet d'augmenter l'efficacité spectrale. Les modes MDPQ et 8-PSK sont utilisés dans les applications de radiodiffusion, car ces modulations se caractérisent par une enveloppe pratiquement constante et elles peuvent être utilisées dans des répéteurs satellites non linéaires portés à quasi-

saturation. Les modes 16-APSK et 32-APSK, axés principalement sur des applications professionnelles, peuvent être aussi utilisés pour la radiodiffusion, mais exigent un niveau plus élevé du rapport C/N disponible ainsi que des méthodes de préaccentuation pointues dans la station d'émission afin de minimiser l'effet de la non-linéarité du répéteur.

- Pour les applications point à point interactives, telles que l'unicasting IP, l'adoption de la fonctionnalité de modulation et codage adaptatif (ACM) permet d'optimiser les paramètres de transmission pour chaque utilisateur, sur la base de trames individuelles, en fonction des conditions de la voie et sous un contrôle en boucle fermée par voie de retour (terrestre ou satellitaire) : le résultat est un gain encore plus important de la DVB-S2 par rapport à la DVB-S.
- La DVB-S2 est d'une telle souplesse qu'elle est compatible avec toutes les fonctionnalités des répéteurs satellite, tant elle offre une vaste gamme d'efficacité spectrale et de configurations en termes de rapport porteuse/bruit (C/N). En outre, elle n'est pas limitée au codage vidéo et audio MPEG-2, mais conçue pour gérer un éventail de formats audio et vidéo évolués que le projet DVB définit actuellement. La DVBS-2 prend en charge n'importe quel format entrant, y compris les flux de transport MPEG simples ou multiples, les flux binaires continus ainsi que les paquets IP et ATM.
- Le nouveau système de FEC (correction d'erreur directe) plus puissant, est basé sur des codes BCH et LDPC concaténés. La performance du codage interne LDPC se situe à l'intérieur de 1 dB de la performance maximale théorique de la limite de Shannon, ce qui équivaut à une amélioration du seuil de 2 à 3 dB par rapport à la norme DVB-S, pour un débit d'information donné. Il s'ensuit une augmentation importante des marges du système ou une réduction des dimensions de l'antenne de réception à un débit binaire donnée. Ce nouveau schéma de FEC remplace le codage convolutif concaténé Reed-Solomon de la norme DVB-S.
- La norme DVB-S ne définissait que la modulation QPSK pour la distribution des services de télédiffusion et de radiodiffusion de données par satellite, ce qui imposait une limite aux applications professionnelles fonctionnant avec des antennes plus grosses et à des débits de symbole inférieurs, avec transpondeurs en mode de recul. L'infrastructure professionnelle qui était déjà en place, nécessitait des débits plus

grands et était en mesure d'accepter des schémas de modulation plus évolués avec des seuils plus élevés.

- Afin d'améliorer davantage l'efficacité du transpondeur, la norme DVB- S2 ajoute deux facteurs de décroissance au facteur unique de 35 % de la norme DVB- S.

## **5. Conclusion**

L'émergence et le déploiement de la technologie DVB-S2 auront un impact significatif sur l'industrie de la radiodiffusion et des télécommunications par satellite. La nouvelle norme réunit les spécifications des normes DVB-S et DSNG précédentes et améliore de manière significative leur efficacité de codage et de modulation. Elle répond au besoin tant attendu d'une plus grande efficacité spectrale et, alliée aux nouvelles technologies de compression vidéo comme la H.264/AVC, elle permet aux entreprises de radiodiffusion directe à domicile d'offrir d'autres services de télévision SD et HD ainsi que des services de télévision interactive avec les ressources spectrales disponibles.

Bien que le groupe DVB ne s'attend pas à ce que la norme DVB-S2 remplace la norme DVB-S pour la télévision dans un proche avenir, en raison de l'investissement dans la technologie DVB-S à l'échelle du globe, l'effort a été jugé si profitable, les gains de puissance et de codage si impressionnant et les applications si universelles, que l'on entend dire de plus en plus dans le milieu de la radiodiffusion que « nous n'aurons plus besoin d'un autre système de notre vivant ».